

**УДК 376.32**

**Ю.М. Вихляєв**  
Vykh46@i.ua

## **ПІДВИЩЕННЯ РУХОВОЇ АКТИВНОСТІ ОСІБ З ОБМЕЖЕНИМИ СЕНСОРНИМИ МОЖЛИВОСТЯМИ**

**Відомості про автора:** Вихляєв Юрій, доктор педагогічних наук, професор кафедри фізичного виховання Національного технічного університету України «КПІ». Київ, Україна. *Vykh46@i.ua*

**Contact:** Vykhliaiev Yuri, Doctor of Education, Professor of the Department of Physical Education National Technical University of Ukraine "KPI". Kyiv, Ukraine. *Vykh46@i.ua*

**Вихляєв Ю.М. Підвищення рухової активності осіб з обмеженими сенсорними можливостями.** У статті розглянуте актуальне питання підвищення недостатньої рухової активності осіб з обмеженими сенсорними можливостями і, зокрема сліпих людей, за рахунок виконання самостійних занять циклічними вправами. Сліпі люди не можуть вільно орієнтуватися у просторі, тому при виконанні фізичних вправ, особливо циклічної спрямованості, виникають труднощі з визначенням напрямку руху, які автор пропонує вирішити за допомогою технічних засобів і залучення збереженого тактильного каналу сприйняття інформації. Оснащення спортивної зали або спеціальної бігової доріжки на території навчального закладу орієнтиром у вигляді натягнутого фалу або труб (канатів), що надають можливість сліпим постійно одержувати тактильні сигнали від верхньої кінцівки і тим самим коригувати напрямок свого бігу. Оскільки дистанція розмічена, сліпі можуть відслідковувати кількість подоланих метрів і виконувати заплановане фізичне навантаження з метою підвищення недостатньої рухової активності. Найбільш сприятливим для підвищення фізичної підготовленості сліпих автор рекомендує інтенсивність бігу на рівні порогу анаеробного обміну, тобто 130-140 серцевих скорочень на хвилину.

Автором виявлено зріст витривалості – у групі учнів 5-8 класів він склав 216,8 м за результатом 6-хвилинного тесту, учнів 10-12 класів – 307,9 м, що свідчить про позитивний вплив використаних методів оздоровчого бігу на функціональний стан сліпих.

Подібним чином можливе виконання фізичних навантажень і в басейні, де запропоноване автором обладнання забезпечує самостійне плавання сліпих, що значно здешевлює надання послуг цієї категорії інвалідів та дозволяє їм позбутися негативних наслідків гіподинамії, підвищити свій фізичний стан та здоров'я.

**Ключові слова:** рухова активність, сліпі, засоби орієнтування, біг, плавання, розвиток витривалості.

**Вихляев Ю.Н. Повышение двигательной активности лиц с ограниченными сенсорными возможностями**

Многие исследователи констатируют ухудшение здоровья и работоспособности вследствие недостаточной двигательной активности лиц с ограниченными сенсорными возможностями и, в частности, слепых людей, которые не могут свободно перемещаться в пространстве из-за повреждения зрительного анализатора. Для того чтобы обеспечить двигательную активность слепых и возможность самостоятельно выполнять циклические нагрузки, автор предлагает оборудовать спортивные залы, а также специальные беговые дорожки несложными средствами ориентирования для слепых в виде натянутого по периметру спортзала фала или установленных по правую сторону беговой дорожки труб (канатов), которые служат для слепых тактильным ориентиром. Слепой все время осуществляет рукой тактильный контакт с фалом (трубой) и тем самым имеет возможность корректировать направление движения.

Похожий способ использован также для оборудования специальной плавательной дорожки для самостоятельных занятий слепых людей.

Двигательная активность слепых должна быть направлена на развитие выносливости, в основе которой лежат аэробные возможности. Наиболее оптимальным средством для их развития служат циклические нагрузки, то есть относительно длительный бег или плавание, выполняемые в среднем темпе на уровне 130-140 сердечных сокращений в минуту.

Получено экспериментальное подтверждение эффективности предложенных методик повышения выносливости и физической подготовленности слепых учеников среднего и старшего школьного возраста.

**Ключевые слова:** двигательная активность, слепые, средства ориентирования, бег, плавание, развитие выносливости.

**Vykhliaiev Yuri. Increased motor activity of people with sensory disabilities**

The author studied the problem of an inadequate physical activity of people with sensory disabilities and, in particular, the blind. Blind people can not move freely in the space due to damage to the optic analyzer. The author proposes to equip sports facilities, as well as special treadmills uncomplicated means of orientation for the blind in the form of a stretched around the perimeter of the gym halyard or installed on the right side of the treadmill pipes (ropes), which serve as a tactile waymark for the blind. Blind may

implement tactile contact arms (fingers, elbow), with a rubber plait (pipe, cord) and therefore has the ability to adjust the direction of movement. Such equipment gyms or tread on the territory of special schools gives the blind the opportunity to carry out the execution of cyclic locomotion (exercises) and improve their motor activity.

The author has used a similar method to the swimming pool, which will allow the blind to swim and to orient himself on the track. This method reduces the cost of the pool services, as there is no need for the two instructors, who in the traditional pool help each blind correct direction. Also, the proposed method allows the blind to independently carry out a planned program of training lesson to take aerobic orientation.

Blind people should direct their physical activity on the development of anaerobic endurance. The best tool for the development of aerobic capacity are cyclic load, ie, a relatively long running or swimming, which are performed on the average rate at the level of 130-140 heartbeats per minute, which is slightly below the anaerobic threshold.

Experimental confirmation of the effectiveness of the proposed methods improve endurance and physical fitness of blind students of secondary and senior school age.

**Key words:** physical activity, blind, means of orientation, jogging, swimming, endurance development.

**Постановка проблеми та аналіз основних досліджень і публікацій.** Вирішення проблеми недостатньої рухової активності дуже актуальне для людей з обмеженими сенсорними можливостями, тому створення умов для самостійних занять фізичними вправами у значній мірі буде сприяти відновленню та покращенню їх здоров'я. Особливо гостро це питання постає для сліпих, які не можуть орієнтуватись у просторі і тому мають значні проблеми під час виконання фізичних вправ, причому причиною не є опорно-руховий апарат – він цілком спроможний їх виконувати, але ефективне управління руховими діями і, зокрема, забезпечення напрямку і корекції рухів, особливо у циклічних локомоціях, не завжди їм доступне, що примушує вести пошук шляхів вирішення цього питання.

Деякі дослідники, зокрема Б.В.Сермеєв [8]. для підвищення рухової активності сліпих учнів використовували біг на місці або на тредбані. Перша вправа імітує біг, але вона є ерзац-копіюванням бігу, психологічно дуже нудна у використанні і не має чіткої градації виконаної роботи, крім затраченого на неї часу (її інтенсивність залежить від темпу і висоти піднімання колін, що важко сліпому контролювати). Друга вправа не має попередніх недоліків, але економічний фактор затримує широке використання подібних пристроїв.

Н.Г.Байкіна [2], використовувала у своїх дослідженнях бігові вправи, що виконувались сліпим учнем у супроводі зрячого спортсмена,

які були з'єднані спеціальним повідком-браслетом, закріпленим на їх руках. Цей спосіб дозволяє сліпим виконувати бігові вправи, але темп бігу не завжди співпадає з їх можливостям, до того ж їх на повідку ведуть зрячі однолітки, які повинні витратити свій час, (що вони можуть робити епізодично, під час проведення досліджень, але не на постійній основі), а про самостійність виконання бігового заняття сліпими не доводиться вести мову, так як для цього потрібно вирішити насамперед питання корекції напрямку руху.

Проблемою управління руховими діями людини займалися відомі вчені: П. К. Анохін, М. А. Бернштейн, Д. Д. Донської, Л. В. Чхаїдзе та інші, які дослідили закономірності, принципи та особливості керування руховими діями під час виконання тих чи інших фізичних вправ [1, 3, 5, 9].

У числі інших умов, П. К. Анохін підкреслює необхідність зворотної аферентації під час закінчення кожної рухової дії, тобто одержання інформації про результати виконаної частини вправи з метою вчасного внесення коректив у разі помилкового її здійснення або появи якихось ускладнень чи перешкод, що унеможливають попередньо заплановані параметри виконання вправи [1].

Найбільш ефективною сенсорною системою, що забезпечує корекцію виконання рухів, є зорова, але у сліпих вона ушкоджена, тому є необхідність залучення інших неушкоджених сенсорних каналів одержання інформації – тактильного та слухового. У попередніх наших дослідженнях встановлено, якщо у навчанні сліпих найбільш оптимальним є використання слухового каналу інформації, то для корекції виконання фізичних вправ найбільш дієву інформацію надає тактильна сенсорна система [4].

Створення відповідних методик виконання сліпими самостійних занять фізичними вправами з використанням спеціальних технічних засобів орієнтування і метою підвищення рухової активності потребує проведення спеціальних досліджень у цьому напрямку.

Дослідження було виконано у відповідності до плану науково-дослідної роботи Національного технічного університету України «КПІ».

**Мета дослідження.** Розробити методику підвищення рухової активності сліпих шляхом виконання самостійних занять циклічними вправами з використанням спеціальних технічних засобів.

**Обговорення результатів дослідження.** Для виконання поставлених завдань ми провели аналіз спеціальних джерел з управління руховими діями як зрячих, так і сліпих людей. Також проведено дослідження учнів молодших, середніх та старших класів Київської загальноосвітньої школи-інтернату № 5 для сліпих дітей ім. Я.П. Батюка, які виконували циклічні вправи як у спортивній залі, так і в басейні з допомогою запропонованих технічних засобів.

Для надання змоги самостійно виконувати циклічні вправи (біг на середні або довгі дистанції), ми натягнули фал по периметру зали на відстані півметра від стін і на висоті біля 90-100 сантиметрів від полу, причому по кутам зали від провисання його утримували гумові розтяжки, що були закріплені на вмурованих і «утоплених» у стіни металевих гаках [6]. Таке просте обладнання надає змогу сліпим, торкаючи правою рукою фал, самостійно виконувати бігові вправи, тобто для корекції руху використовувати тактильний сенсорний канал. У випадку необхідності випередити сліпого, що біжить попереду, достатньо його голосно попередити: «іду на обгін» і на мить перервавши тактильний контакт з фалом, здійснити цей маневр. Звісно, для цього потрібно придбати деякі навички, але вони прості і не потребують значного терміну для навчання. У спортивній залі, що оснащена подібним обладнанням може самостійно займатися ціла група сліпих, чим більша зала, тим більше сліпих одночасно можуть виконувати циклічні вправи.

Таким же чином можливо створення бігової доріжки під відкритим небом на території навчального закладу для сліпих. Ширина доріжки в межах 1000-1400 мм, поверхня - ущільнена гранітним відсівом або ґрунтова, з травою або без трави (можливо і більш сучасне покриття, але воно значно дорожче), по обидва боки доріжки, особливо у місцях, що розташовані на схилах, виконано рівчаки для відводу дощової води. Довжина доріжки 200, 250, 333,3, 500 метрів, що виконана у вигляді витягнутого кола будь якої конфігурації, але без різких поворотів, і у підсумку ці кола складають тренувальну дистанцію від кілометра і більше, в залежності від кількості подоланих бігуном колів. З зовнішнього боку доріжки встановлено стійки (основа стійки повинна бути винесена на 40-50 сантиметрів правіше від доріжки, щоб сліпі не зачепились за неї ногами), на яких закріплено металеві або пластмасові труби, що слугують орієнтиром для одержання сліпими тактильного контролю за напрямком руху та забезпечують безпеку їх пересування, обмежуючи рух кордонами доріжки. Початок доріжки, він же його кінець, позначений гумовими рифленими стовщеннями або натягнутими на металеву (пластмасову) трубу гумовими кільцями, що надають можливість сліпим рахувати кількість подоланих колів та є орієнтиром (в залежності від кількості та форми цих кілець) перед поворотом та для закінчення бігу, а також і містом залишення бігової доріжки, для чого потрібно зупинитись, присісти і просунувши тіло під трубою опинитись ззовні доріжки.

Зрозуміло, що можна виконувати біг і на електромеханічних індивідуальних бігових доріжках (тредбанах) промислового виробництва, але вони достатньо дорогі, дуже часто псуються (щоб розмістити на них групу сліпих потрібно 10-20 штук), по друге, сліпий, що їх використовує, продовжує знаходитись в обмеженому просторі, яке йому вже набридло і йому психологічно дуже важливо з нього

вирватись, а біг на свіжому повітрі надає таку можливість. Займатись на біговій доріжці, на відкритому просторі, між дерев, можна цілий рік, навіть взимку, (виключаючи ті часи, коли йде сильний дощ), що також сприяє закалюванню сліпих, підвищенню їх імунітету.

Найбільш дешевою і простою буде зварна конструкція із звичайних водопровідних труб, що вже були у вжитку, та іншого неліквідного металу. Така доріжка не потребує значних коштів і швидко виправдає себе за рахунок покращення як фізичного, так і психічного стану сліпих та їх здоров'я.

Дослідження, проведені нами на сліпих учнях середніх та старших класів, показали, що вони легко орієнтуються на біговій доріжці із залученням збереженого тактильного сенсорного каналу для сприйняття інформації та управління і контролю рухових дій. Використовуючи безперервний рівномірний (дистанційний) метод та перемінний метод з чергуванням бігу у середньому темпі зі спортивною ходьбою або повільним бігом, незрячі учні школи-інтернату протягом 5 місяців два рази на тиждень виконували біг вздовж обмежувального фалу спортивної зали у середньому темпі (6-хвилинний біг з рівнем ЧСС 120-130 скорочень на хвилину, і дві вправи 6-хвилинного бігу з ЧСС 130-140 ск/хв на тримісячному другому етапі занять, та відрізки 200-400 м перемінного 3-хвилинного бігу (біг з інтенсивністю на більш швидкісних відрізках дистанції до 75 відсотків від максимальної, на повільних відрізках – до 30%, або біг підтюпцем, або спортивна ходьба), енергозабезпечення – аеробне, змішане (анаеробно-аеробне). Рівень ЧСС нами був обраний з врахуванням недостатньої рухової активності та використання бігових вправ у повсякденному житті сліпих учнів. Орієнтиром нам слугували дослідження з метою розвитку витривалості та аеробних можливостей студентів з низьким рівнем функціонального стану, що показали, що на заняттях з оздоровчою спрямованістю найбільш ефективним є біг на рівні порогу анаеробного обміну (ПАНО), тобто для студентів, що досліджувалися, це був біг з ЧСС 140-150 ск/хв. Тому, для учнів з втратою зору, які поступають за рівнем розвитку витривалості зрячим одноліткам, потрібен ще нижчий рівень, тобто 130-140 ск/хв. Також ми слідкували за рівнем легеневої вентиляції, яка при перевищенні рівня порогу анаеробного обміну починає разом з частотою серцевих скорочень різко зростати, що можна візуально спостерігати (крім цього, як правило, повинно відбуватись почервоніння шкіри).

В результаті адаптаційних змін організму учнів до виконання бігових вправ аеробної спрямованості відбувся зріст витривалості – у групі учнів 5-8 класів він склав 216,8 м за результатом 6-хвилинного тесту, учнів 10-12 класів – 307,9 м, що свідчить про позитивний вплив використаних методів оздоровчого бігу на фізичний стан сліпих.

Самостійні заняття аеробної спрямованості для сліпих можна проводити і в басейнах, за умовою застосування нескладного технічного

засобу, що уявляє собою два, натягнутих між стінками басейну, 25-метрових фали, з можливістю їх вертикального пересування і фіксації на глибині від 60 до 20 см за допомогою Г-подібних зачепів, що кріпляться на стінках і бортиках басейну. Плавець, виконуючи гребкові рухи, кінчиками пальців (можливо і грудями у брасі або спиною – на спині) відчуває наявність натягнутих у воді фалів, чіпляючи їх зверху вздовж усієї траєкторії свого пересування до повороту і у зворотному напрямку, що надає можливість чітко орієнтуватись на доріжці басейну. За 2 м до поворотної стінки на фал насунуто пластмасові кульки (шари), які надають тактильну інформацію про наближення повороту, що змушує плавця зміститись ліворуч і виконати поворот. Глибину фіксації фалу регулюють в залежності від способу плавання та довжини кінцівок плавця [7].

Таке просте технічне обладнання плавальної доріжки дозволяє сліпому плавцю самостійно і впевнено долати відстань між поворотними стінками і не потребує допомоги двох інструкторів, які, як в традиційній методиці тренування сліпих плавців, перед поворотною стінкою спеціальною вудочкою поштовхом в спину надають тактильний сигнал, що нагадує про наближення повороту. Також, на традиційній доріжці плавці весь час змушені торкатись пластмасових поплавоків обмежувального фалу, які шершаві і при постійному контакті натирають шкіру ліктя, передпліччя або плеча, не кажучи про економічну складову, адже на традиційній доріжці плавають два сліпих плавця, яких обслуговують два інструктори, що значно підвищує кошторис відвідування сліпими басейну.

Запропонований нами спосіб орієнтування на водній доріжці значно здешевлює відвідування басейну для сліпих і дозволяє їм самостійно виконувати заплановану програму занять, яка, як і в бігових вправах на витривалість, повинна виконуватись на рівні порогу анаеробного обміну.

Психологічна складова дуже важливий чинник для сліпих, саме усвідомлення того, що вони можуть самостійно виконувати бігові, силові, плавальні, координаційні та інші тренувальні навантаження, додає їм впевненості у своїх силах і можливостях, надихає на щоденну працю, особливо коли створено мотиваційний стимул. Мотивацією для занять бігом є три фактори: перший - зміцнення здоров'я, підвищення витривалості, фізичної підготовленості, другий – бажання не відставати від своїх однолітків, надбання певного статусу і авторитету у колі своїх друзів і однокласників, третій - мрія про вищі спортивні досягнення і навіть участь у паролімпійських іграх, що може принести як славу, визнання, так і матеріальні здобутки. Звісно, що ці мотиваційні стимули необхідно донести до свідомості сліпих і це завдання для колективу викладачів і вихователів школи-інтернату, де виховується більшість сліпих підлітків. Створення відповідного інформаційного простору, де

повинні бути розміщені лекції, що надають певні знання з неформальної фізкультурної освіти, матеріали про видатних паралімпійців України - таких же сліпих, які своєю тяжкою працею досягли спортивних вершин і визнання, зустрічі з відомими сліпими спортсменами, їх досвід спортивних тренувань, розповіді, є необхідною умовою для заохочення сліпих підлітків. Дуже важливо ці загальновідомі знання людства надати у доступній для сліпих формі та роздрукувати їх шрифтом Брайля, проробити важкозрозумілі матеріали на заняттях і консультаціях, що буде сприяти оздоровленню підлітків, створенню спортивної, життя стверджувальної, оптимістичної атмосфери у колективі.

### **Висновки**

1. Надання сліпим учням простих тактильних засобів орієнтування дозволяє їм виконувати циклічні вправи – біг, плавання і тим самим підвищувати свою рухову активність, що вкрай необхідно для відновлення слабого рівня фізичного стану та здоров'я.

2. У якості засобів відновлення фізичного стану можна рекомендувати безперервний рівномірний (дистанційний) метод та перемінний метод з чергуванням бігу у середньому темпі зі спортивною ходьбою або повільним бігом, на рівні ЧСС 120-130 скорочень на хвилину на перших етапах (місяців) занять, та на послідуючих етапах занять рівень ЧСС можна підвищити до 130-140 ск/хв, та використовувати відрізки 200-400 м перемінного 3-хвилинного бігу (біг з інтенсивністю на більш швидкісних відрізках дистанції до 75 відсотків від максимальної, на повільних відрізках – до 30%, або біг підтюпцем, або спортивна ходьба), енергозабезпечення – аеробне, змішане (анаеробно-аеробне). Рівень ЧСС необхідно обирати з врахуванням недостатньої рухової активності та досвіду використання бігових вправ у повсякденному житті сліпих учнів. Наші дослідження показали що для осіб з низьким рівнем фізичного стану на заняттях з оздоровчою спрямованістю найбільш ефективним є біг на рівні порогу анаеробного обміну (ПАНО), тобто для сліпих, що досліджувалися, це був біг з ЧСС 130-140 ск/хв. Також необхідно слідкували за рівнем легеневої вентиляції, яка при перевищенні рівня порогу анаеробного обміну починає разом з частотою серцевих скорочень різко зростати, що можна візуально спостерігати (крім цього, як правило, повинно відбуватись почервоніння шкіри). Після двох-трьох років тренувань сліпі учні набувають доброго фізичного стану і можуть під наглядом лікаря переходити до більш значних фізичних навантажень.

### **Список використаних джерел**

1. **Анохин К. П.** Очерки физиологии функциональных систем / К. П. Анохин - М.: Медицина. – 1975. – 447 с. 2. **Байкіна Н. Г.** Корекція рухової сфери дорослих сліпих засобами ігрової діяльності / Н. Г. Байкіна, В. І. Кемкіна – Запоріжжя : ЗДУ, 2010. – 224 с.



3. **Бернштейн Н. А.** О построении движений / Н. А. Бернштейн - М.: Медгиз, 1947.- 255 с. 4. **Вихляев Ю. М.** Возможности сенсорных анализаторов слепых учнів у сприйманні інформації та коригуванні циклічних вправ / Ю. М. Вихляев, З. І. Загорська, О. С. Вернігорова, С. В. Рудяк // Науковий часопис національного педагогічного університету ім. М.П.Драгоманова. Серія 10. Корекційна педагогіка та спеціальна психологія Випуск 24. – К., НПУ ім. Н.П.Драгоманова – 2013. – С. 38-43. 5. **Донской Д. Д.** Теория строения действий / Д.Д. Донской // Теория и практика физической культуры. М. – 1991 - № 3. – С. 9-13. 6. **Pat. 50007 U Україна** МПК А63В 23/04 А61Н 1/00. Пристрій для орієнтування незрячих при занятті бігом / Вихляев Ю. М. – № 2009 10798; заявл.26.10.2009; опубл. 25.05.2010, Бюл. № 10. 7. **Pat. 64548 U Україна** МПК А63В 26/00 А61Н 1/00. Пристрій для орієнтування сліпих плавців “струна” / Вихляев Ю. М. – № 2011 104761; заявл.18.04.2011; опубл. 10.11.2011, Бюл. № 21. 8. **Сермеев Б. В.** Физическое воспитание детей с нарушением зрения / Б. В. Сермеев – К.: “Здоров’я”, 1987. – С.31- 44. 9. **Чхаидзе Л. В.** Об управлении движениями человека / Л. В. Чхаидзе – М.: Физкультура и спорт – 1970. – 136 с.

### References

1. **Anohin K. P.** Ocherki fiziologii funkconalnih system / K. P. Anohin // М.: Medicina. - 1975. – 447 s. 2. **Bujkina N. G.** Korekcija ruhovoji sfery doroslyh slipyh zasobamy igrovoji dijalnosti / N.G. Bujkina, V.I.Kemkina – Zaporiszszja : ZDU, 2010 – 224 s. 3. **Bernshtejn N. A.** O postroenii dvizenij / N. A. Бернштейн // М.: Medgis, 147. 255 s. 4. **Vihljaev Y. M.** Mozlivosti sensornih analizatoriv slipih uchniv u sprijnjatti informacii ta koriguvanni ciklichnih vprav / Y. M. Vihljaev, Z. I. Zagorska, O. S. Vernigorova, S. V. Rudjak // Naukovij chasopis nazonalnogo pedagogicheskogo univrstitetu im. M. P. Dragomanova. Serija 10. Korekcijna pedagogika ta specialna psihologija Vipusk 24. – К., NPU im. M. P. Dragomanova – 2013. – S. 38-43. 5. **Donskoj D. D.** Teorija stroenija dejstvij / D. D. Donskoj // Teorija i praktika fisicheskoi kulturi. М. – 1991 - № 3. – S. 9-13. 6. **Pat. 50007 U Ukraina** МПК А63В 23/04 А61Н 1/00. Prustrij dlja orientuvannja nezrjachih pry zanjatti bigom / Vihljaev Y. M. – № 2009 10798; zajavl.26.10.2009; opubl. 25.05.2010, Bul. № 10. 7. **Pat. 64548 U Ukraina** МПК А63В 26/00 А61Н 1/00. Prustrij dlja orientuvannja slipyh plavciv “struna” / Vihljaev Y. M.. – № 2011 104761; zajavl.18.04.2011; opubl. 10.11.2011, Bul. № 21. 8. **Sermeev B.V.** Fizicheskoe vospitanie detej s narusheniem zrenija / B.V. Srmeev – К.: “Zdorovja”, 1987. – S.31- 44. 9. **Chhaidze L. V.** Ob upravlenii dviszenijami cheloveka / L. V. Chhaidze // М.: Fizkultura I sport, 1970. – 136 s.

Received 21.01.2016

Reviewed 25.02.2016

Accepted 27.03.2016