

Определение энергетических и силовых характеристик при ходьбе со вспомогательными средствами отталкивания (палками) от нижней опоры

Адашевский В.М.¹, Ермаков С.С.², Зиелинські Ева³

Национальный технический университет «ХПИ»¹

Харьковская государственная академия физической культуры²

Высшая школа наук о здоровье³, Гданськ, Польша

Аннотации:

Цель работы – моделирование движений в Nordic walking, а также анализ энергетических и силовых характеристик движения. Рассмотрены основные аспекты ходьбы с палками и их влияние на качество жизни людей разного возраста. Выделены направления использования физических упражнений для людей старшего возраста. Показаны возможности использования ходьбы в физической реабилитации пациентов и людей с ослабленным здоровьем. Установлено, что, использование моделей Nordic walking расширяют возможности проведения исследований и являются теоретическим обоснованием для более глубокого изучения особенностей такого вида передвижений. Отмечается, что модели движения целесообразно использовать в сочетании с кинограммами ходьбы и показателями динамометрии. Рекомендуется при спусках соблюдать правила техники движения и безопасности.

Адашевський В.М., Ермаков С.С., Зиєлінські Ева. Визначення енергетичних і силових характеристик при ходьбі з допоміжними засобами відштовхування (палицями) від нижньої опори. Мета роботи – моделювання рухів в Nordic walking, а також аналіз енергетичних і силових характеристик руху. Розглянуто основні аспекти ходьби з палицями і їх вплив на якість життя людей різного віку. Виділені напрямки використання фізичних вправ для людей старшого віку. Показані можливості використання ходьби у фізичній реабілітації пацієнтів і людей з ослабленим здоров'ям. Встановлено, що, використання моделей Nordic walking розширюють можливості проведення досліджень і є теоретичним обґрунтуванням для глибшого вивчення особливостей такого виду пересувань. Наголошується, що моделі руху доцільно використовувати у поєднанні з кінограмами ходьби і показниками динамометрії. Рекомендується при спусках дотримувати правила техніки руху і безпеки.

Adashevskiy V.M., Iermakov S.S., Zielinski Ewa. Determination of power and power descriptions at walking with auxiliary facilities of pushing (by sticks) away from lower support. A purpose of work is a design of motions in Nordic walking, and analysis of power and power descriptions of motion. The basic aspects of walking with sticks and their influence on quality of life of people of different age are considered. Directions of the use of physical exercises for the people of senior age are selected. Possibilities of the use of walking in the physical rehabilitation of patients and people with a hyposthenic health is shown. It is set that, walking extend the use of models of Nordic possibility of leadthrough of researches and theoretical ground for more deep study of features of such type of movements. It is marked that the model of motion is expedient to utilize in combination with cinegram walking and by the indexes of dynamometry. It is recommended at lowering to observe the rules of technique of motion and safety.

Ключевые слова:

ходьба, здоровье, возраст, палка, биомеханика.

ходьба, здоров'я, вік, палиця, біомеханіка.

walking, health, age, stick, biomechanics.

Введение.

Наиболее доступной формой активного отдыха и повышения качества жизни людей является оздоровительная ходьба. Вместе с тем, разновидности ходьбы можно рассматривать и как физические упражнения, направленные на решения конкретных задач для широкого возрастного диапазона занимающихся. К таким задачам относятся и повышение энергетических затрат при ходьбе за счет введения дополнительных нагрузок в виде утяжеленных поясов, манжет, наклонных плоскостей (тредбан, пересеченная местность со спусками и подъемами), эластичных жгутов, палок (специальные палки для ходьбы). Также разновидности ходьбы могут быть использованы в физической реабилитации людей, перенесших различные заболевания или имеющие отклонения в состоянии здоровья.

Достаточно подробно практическое применение разновидностей ходьбы изучалось многими исследователями. Так Шевченко Н.И. с соавторами предлагают использовать методические подходы при проведении лечебной физической культуры для пациентов, которые включают ходьбу по ступенькам лестницы на этажи и дозированную лечебную ходьбу по палате [7]. В работе Коновой Л.А. изложено влияние оздоровительной ходьбы на организм человека, предложены практические рекомендации ведущих специалистов в этой области. Обследование 220 мужчин и женщин

среднего возраста позволило выделить три направления выбора дозирования нагрузок [2]. Михальчук Т.Д. также акцентирует внимание на направлениях выбора дозированных физических нагрузок и рассматривает основные мотивы людей пожилого возраста к занятиям оздоровительной ходьбой [3]. Другие исследователи предлагают ввести ходьбу в программу физической реабилитации пациентов и людей с ослабленным здоровьем [6]. При этом рекомендуется особое внимание уделять применению показателей самоконтроля в оздоровительной ходьбе [3]. Прусик Катерина, используя материалы трёхлетнего наблюдения за состоянием здоровья группы женщин в возрасте 50-80 лет, показывает способ статистического обоснования адекватных контрольных показателей для оценки физического состояния обследованных и предлагает использование качественных критериев для оценки эффективности физических упражнений по норвежской методике ходьбы с палками [5]. В работе [4] представлена самооценка влияния систематических занятий в виде норвежской ходьбы (Nordic walking) на уровень субъективного ощущения качества жизни людей преклонного возраста. Результаты исследования подтвердили мысль о положительном влиянии организованных занятий Nordic walking на психологическое состояние тех, кто тренируется с помощью показателя «удовлетворение жизнью».

Особое значение в оздоровительном аспекте име-

ют физические упражнения, в т.ч. и в ходьбе с палками, которые ориентированы на людей старшего возраста. В работе [1] приведены результаты разработки системы физических упражнений для людей зрелого и пожилого возраста, которая содержит три направления. Первое направление связано с применением аэробных упражнений умеренной интенсивности. Второе направление связано с занятиями тем или иным видом спорта, в том числе – в системе ветеранского спорта. Третье направление связано с применением специальной гимнастики. Теоретически обосновано, что, применение системы физических упражнений активизирует ощущение молодости и имеет большое значение для повышения жизненного тонуса, сохранения здоровья и работоспособности людей пожилого и зрелого возраста.

Проблемы повышения качества жизни рассматриваются также и с позиций, связанных с физиологическими факторами здоровья женщин в возрасте 35-60 [9]. В исследованиях энергетических характеристик Nordic walking отмечается позитивное влияние упражнений на показатели уровня здоровья [8, 10, 11].

Вместе с тем, определенный интерес в более глубоком изучении проблем укрепления здоровья в вышеизложенных аспектах может быть проявлен к исследованию энергетических и силовых характеристик в использовании Nordic walking через теоретическое обоснование основных его составляющих.

Работа выполнена в соответствии с планом НИР кафедры физического воспитания национального технического университета «ХПИ».

Цель, задачи работы, материал и методы.

Цель работы – моделирование движений в Nordic walking, а также анализ энергетических и силовых характеристик движения.

Результаты исследования.

Определение энергетических характеристик при ходьбе со вспомогательными средствами отталкивания от нижней опоры (рис.)

Выражение для теоремы об изменении кинетической энергии имеет вид:

$$T_1 - T_0 = \sum_{k=1}^n A_k^e + \sum_{k=1}^n A_k^i$$

Определим общие энергетические затраты при ходьбе с приспособлениями (сумму работ внутренних сил, действующих на биомеханическую систему сил).

$$\sum A_k^i = m \left(\frac{V_1^2}{2} - \frac{V_0^2}{2} \right) - FS_1 + Gh - P_1 h_1 \sin \alpha - P_2 h_2 \sin \beta + RS - P_1 S_2 \cos \alpha - P_2 S_3 \cos \beta$$

где m – масса тела человека;

V_1 – конечная горизонтальная скорость движения центра масс тела за время одного шага по направлению оси OX ;

V_0 – начальная скорость движения центра масс тела во время одного шага по направлению оси OX ;

α, β – углы наклона 1 и 2-ой палки;

$F - (X)$ составляющая реакции опоры на стопу;

S_1 – перемещение точки приложения силы трения по направлению оси;

S_2 – перемещение точки приложения силы отталкивания 1-ой палкой по направлению оси OX ;

S_3 – перемещение точки приложения силы отталкивания 2-ой палкой по направлению оси OX ;

S – длина шага;

G – сила тяжести тела;

h – высота изменения точки приложения силы тяжести тела;

h_1 – перемещение точки приложения силы отталкивания 1-ой палкой по направлению оси OY ;

h_2 – перемещение точки приложения силы отталкивания 2-ой палкой по направлению оси OY ;

P_1 – сила отталкивания 1-ой палкой;

P_2 – сила отталкивания 2-ой палкой;

R – сила сопротивления среды;

$N - (Y)$ составляющая силы реакции опоры.

Дополнительно проведя экспериментальные исследования и используя, например, результаты (кинограммы ходьбы, динамометрии и прочее) и при подстановке в вышестоящую формулу, возможно, определить энергетические затраты при ходьбе с приспособлениями (палками).

Определение силовых характеристик при ходьбе со вспомогательными средствами отталкивания от нижней опоры.

Выражение для теоремы о движении центра масс имеет вид:

$$M\vec{a}_c = \sum_{k=1}^n \vec{P}_k^e.$$

В проекциях на оси декартовой системы координат выражение запишем следующим образом

$$M\ddot{x}_c = \sum_{k=1}^n \vec{P}_{kx}^e$$

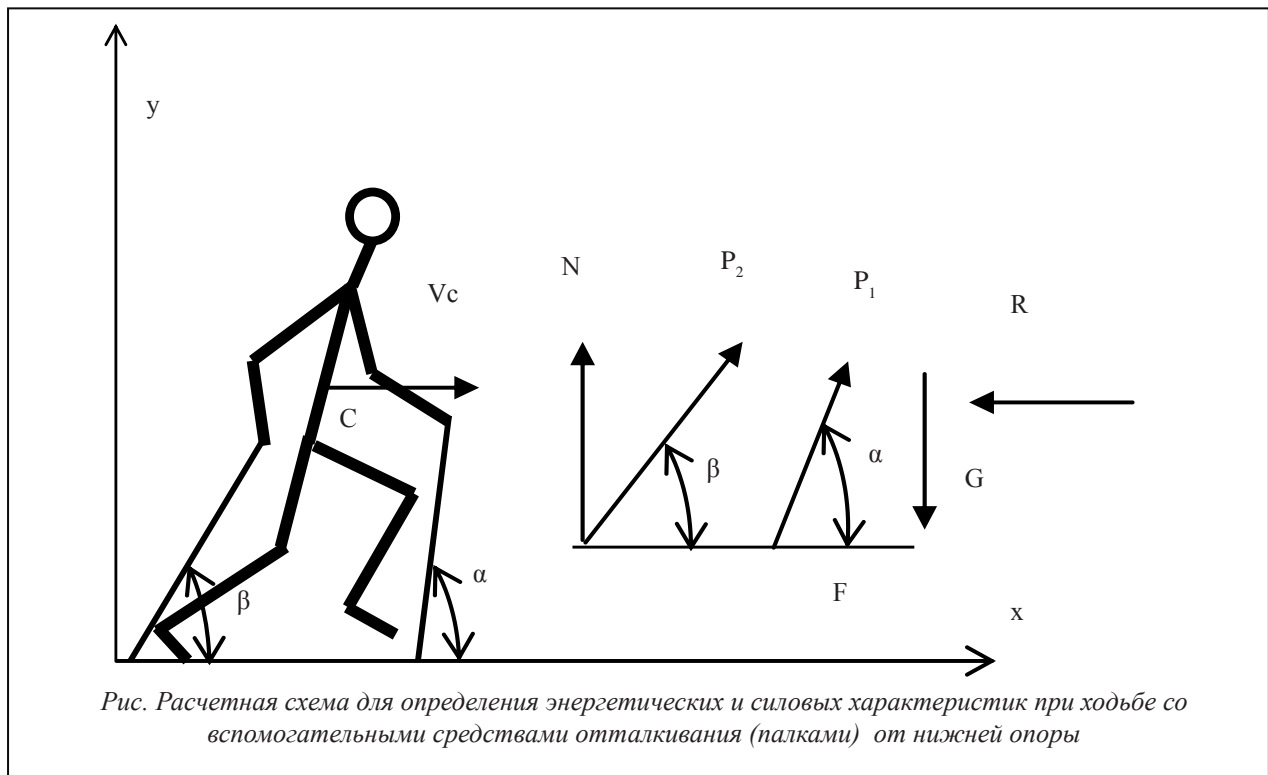
$$M\ddot{X}_c = F - R + P_1 \cos \alpha + P_2 \cos \beta$$

$$M\ddot{y}_c = \sum_{k=1}^n \vec{P}_{ky}^e$$

$$M\ddot{Y}_c = -G + P_1 \sin \alpha + P_2 \sin \beta + N$$

Используя вышестоящие выражения можно сделать предварительный вывод, что при ходьбе с приспособлениями нагрузки в основном на элементы нижних конечностей значительно ниже, чем при обычной ходьбе.

Экспериментально возможно определить многие из неизвестных параметров ходьбы, используя, например, (кинограммы ходьбы, динамометры и прочее) и при подстановке результатов экспериментов в вышестоящие выражения, можно определить любые из характеристик при ходьбе с приспособлениями (палками).



А именно, имеется возможность определить P_1, P_2 – силы отталкивания 1-ой и 2-ой палкой, которые по своим значениям равны нагрузкам на кисти, а также F, N – составляющие силы реакции опоры, которые по своим значениям равны нагрузкам на стопы тела.

При ходьбе на подъеме или уклоне необходимо учитывать углы подъема и уклона ϕ , например, с горизонтом.

Тогда с учетом вышесказанного получим при ходьбе на подъем:

$$\sum A_k^i = m \left(\frac{V_1^2}{2} - \frac{V_0^2}{2} \right) - FS_1 + G(h + S_1 \sin \phi) - P_1 h_1 \sin \alpha - P_2 h_2 \sin \beta + RS - P_1 S_2 \cos \alpha - P_2 S_3 \cos \beta$$

$$M\ddot{X}_C = F - R + P_1 \cos \alpha + P_2 \cos \beta - G \sin \phi$$

$$M\ddot{Y}_C = -G \cos \phi + P_1 \sin \alpha + P_2 \sin \beta + N$$

для уклона:

$$\sum A_k^i = m \left(\frac{V_1^2}{2} - \frac{V_0^2}{2} \right) - FS_1 - G(h + S_1 \sin \phi) - P_1 h_1 \sin \alpha - P_2 h_2 \sin \beta + RS - P_1 S_2 \cos \alpha - P_2 S_3 \cos \beta$$

$$M\ddot{X}_C = F - R + P_1 \cos \alpha + P_2 \cos \beta + G \sin \phi$$

$$M\ddot{Y}_C = -G \cos \phi + P_1 \sin \alpha + P_2 \sin \beta + N$$

Следует отметить, что на крутых уклонах приспособления (палки), также могут выполнять функции не только как средств отталкивания от опоры, но и как средств торможения, что также необходимо учитывать в исследованиях.

Выводы.

Таким образом, использование моделей, определяющих энергетические и силовые характеристики Nordic walking, расширяют возможности проведения исследований и являются теоретическим обоснованием для более глубокого изучения особенностей такого вида передвижений.

Вместе с тем, рассмотренные модели движения целесообразно использовать в сочетании с материалами исследований, полученными в виде кинограмм ходьбы и показателей динамометрии.

Очевидно, что при спусках и, особенно крутых, требуется соблюдение определенных правил техники движения и безопасности, т.к. в этом случае значительно возрастают нагрузки на верхние конечности и палки. Последнее требует от занимающихся приложения больших физических усилий верхних конечностей, что не всегда возможно, особенно, для людей с ослабленным здоровьем и старшего возраста.

Дальнейшие исследования предполагается направить на исследования особенностей Nordic walking с использованием видеосъемки и устройств для измерения силовых характеристик движения.

Література:

1. Ермаков Сергей, Козина Жаннета, Прусик Катерина, Хагнер-Деренговска Магдалена. Система физической подготовки людей зрелого и пожилого возраста // Педагогика, психология та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту. – 2011. – N9. – с. 43-48.
2. Конова Л.А. Оздоровчі ходьба і біг – універсальні засоби рухової активності // Педагогика, психология та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту. – 2011. – N4. – С. 91-93.
3. Михальчук Т.Д. Особливості показників самоконтролю в оздоровчій ходьбі з особами похилого віку // Педагогика, психология та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту. – 2012. – N4. –С. 85-87.
4. Прусик Катерина, Запорожанов В.А., Прусик Кристоф, Горнер Кароль. Влияние двигательной активности в виде Норвежской ходьбы (Nordic walking) на психологическую оценку уровня жизни людей 60-70 лет // Педагогика, психология та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту. – 2010. – N9. – С. 115-117.
5. Прусик Катерина. Критерии оценки уровня позитивного здоровья в многолетнем процессе оздоровительной тренировки женщин старшего возраста // Педагогика, психология та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту. – 2011. – N9. – С. 139-143.
6. Трофимчук В. В., Калитка С. В. Вплив занять оздоровчою ходьбою на серцево-судинну систему студентів спеціальної медичної групи // Молодіжний науковий вісник. 2010, N1. – С.87-90.
7. Шевченко Н.И., Зайцев В.П., Манучарян С.В., Прусик Кристоф. Физическая реабилитация лиц, пострадавших от травматического шока, в условиях стационара (доклиническая практика) // Педагогика, психология та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту. – 2012. – N2. – С. 132-137.
8. Ernst Hansen, Gerald Smith. Energy Expenditure and Comfort During Nordic Walking With Different Pole Lengths // *The Journal of Strength and Conditioning Research*. 2009, vol. 6, pp. 12-20.
9. Magdalena Wiacek, Bo Seul Jegal, Wojciech Hagner, Magdalena Hagner-Derengowska, Igor Z Zubrzycki. Age- and menopause-related differences in physiological factors of health quality in women aged 35-60 // *Archives of gerontology and geriatrics*. 2011, vol.54(2), pp. 385-390.
10. iotr Kocur, Ewa Deskur-Smielecka, Malgorzata Wilk, Piotr Dylewicz. Effects of Nordic Walking training on exercise capacity and fitness in men participating in early, short-term inpatient cardiac rehabilitation after an acute coronary syndrome – a controlled trial // *Clinical Rehabilitation*, 2009, vol.9, pp. 28-32.
11. Thorsten Schiffer, Axel Knicker, Regine Dannöhl, Heiko Strüder. Energy Cost and Pole Forces during Nordic Walking under Different Surface Conditions // *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 2009, vol.2, pp. 6-12.

Информация об авторах:

Адашевский Владимир Михайлович
adashevsky@ukr.net

Национальный технический университет «ХПИ»
ул. Фрунзе 21, г. Харьков, 61002, Украина.

Ермаков Сергей Сидорович
д.п.н., проф.
sportart@gmail.com

Харьковская государственная академия физической культуры
ул. Клочковская 99, г. Харьков, 61022, Украина.

Зиелиński Ева
ewa.zielinski.bydgoszcz@wp.pl
Высшая школа наук о здоровье
ул. Карпаська 54, г.Быдгощ, 85-168, Польша.
Поступила в редакцию 17.04.2012г.

References:

1. Iermakov S.S., Kozina Zh.L., Prusik Katerina, Khagner-Derengowska Magdalena. *Pedagogika, psihologia ta mediko-biologicni problemi fizicnogo viovanna i sportu* [Pedagogics, psychology, medical-biological problems of physical training and sports], 2011, vol.9, pp. 43-48.
2. Konova L.A. *Pedagogika, psihologia ta mediko-biologicni problemi fizicnogo viovanna i sportu* [Pedagogics, psychology, medical-biological problems of physical training and sports], 2011, vol.4, pp. 91-93.
3. Mikhal'chuk T.D. *Pedagogika, psihologia ta mediko-biologicni problemi fizicnogo viovanna i sportu* [Pedagogics, psychology, medical-biological problems of physical training and sports], 2012, vol.4, pp. 85-87.
4. Prusik Ekaterina, Zaporozhanov V.A., Prusik Kristof, Goner Karol'. *Pedagogika, psihologia ta mediko-biologicni problemi fizicnogo viovanna i sportu* [Pedagogics, psychology, medical-biological problems of physical training and sports], 2010, vol.9, pp. 115-117.
5. Prusik Ekaterina. *Pedagogika, psihologia ta mediko-biologicni problemi fizicnogo viovanna i sportu* [Pedagogics, psychology, medical-biological problems of physical training and sports], 2011, vol.9, pp. 139-143.
6. Trofimchuk V. V., Kalitka S. V. Molodizhnyj naukovij visnik [Youth scientific announcer], 2010, vol.1, pp. C.87-90.
7. Shevchenko N.I., Zajcev V.P., Manucharian S.V., Prusik Kristof. *Pedagogika, psihologia ta mediko-biologicni problemi fizicnogo viovanna i sportu* [Pedagogics, psychology, medical-biological problems of physical training and sports], 2012, vol.2, pp. 132-137.
8. Ernst Hansen, Gerald Smith. Energy Expenditure and Comfort During Nordic Walking With Different Pole Lengths // *The Journal of Strength and Conditioning Research*. 2009, vol. 6, pp. 12-20.
9. Magdalena Wiacek, Bo Seul Jegal, Wojciech Hagner, Magdalena Hagner-Derengowska, Igor Z Zubrzycki. Age- and menopause-related differences in physiological factors of health quality in women aged 35-60 // *Archives of gerontology and geriatrics*. 2011, vol.54(2), pp. 385-390.
10. Piotr Kocur, Ewa Deskur-Smielecka, Malgorzata Wilk, Piotr Dylewicz. Effects of Nordic Walking training on exercise capacity and fitness in men participating in early, short-term inpatient cardiac rehabilitation after an acute coronary syndrome – a controlled trial // *Clinical Rehabilitation*, 2009, vol.9, pp. 28-32.
11. Thorsten Schiffer, Axel Knicker, Regine Dannöhl, Heiko Strüder. Energy Cost and Pole Forces during Nordic Walking under Different Surface Conditions // *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 2009, vol.2, pp. 6-12.

Information about the authors:

Adashevskiy V.M.

adashevsky@ukr.net

National technical university "KPI"

Frunze str. 21, Kharkov, 61002, Ukraine.

Iermakov S.S.

sportart@gmail.com

Kharkov State Academy of Physical Culture

Klochkovskaya str. 99, Kharkov, 61022, Ukraine.

Zieliński Ewa

ewa.zielinski.bydgoszcz@wp.pl

Higher school of sciences about health

Karpacka str. 54, Bydgoszcz,

Kujawsko-Pomorskie 85-168, Poland

Came to edition 17.04.2012.