

УДК 616.8-009.18

## ЕНЕРГЕТИЧНІ ВИТРАТИ ПРИ ХОДЬБІ, ПІСЛЯ ПРОТЕЗУВАННЯ

Jan KÁLAL, Natalija VINAKURAU, Pavel KOLÁŘ

*Карлів університет в Празі, Чеська республіка  
II-ий медичний факультет і факультецька лікарня в Мотолі  
Клініка реабілітації*

**Анотація.** В статті розглядаються питання про підготовку хворих після ампутації до протезування. Досліджувалися показники кількості використаного кисню і ЕКГ (електрокардіографія) у спокої та при навантаженні. Проаналізовано можливості реабілітації і реінтеграції хворих після ампутації. Зроблені рекомендації до застосування засобів фізичної реабілітації для хворих з метою адаптації у суспільстві.

**Ключові слова:** ампутація кінцівок, фізична реабілітація, протезування, електрокардіографія, енергетичні витрати.

**Постановка проблеми.** За останні 50 років у світі зростає кількість хворих з так званим метаболічним синдромом. Це низка патофізіологічних механізмів, які призводять до виникнення діабету, ожиріння, атеросклерозу та інших захворювань, які раніше вважалися факторами ризику неінфекційних хвороб епідемічного розповсюдження. Фактори ризику суспільною громадськістю позначалися, як захворювання цивілізації. ВОЗ висловила прогнози про зростання випадків діабету до 2025 року. За останніми показниками ця цифра зросте до 300 млн. хворих на цукровий діабет.

В Чеській республіці від 1989 року відбувається довготривала тенденція зростання цього захворювання. Паралельно з цукровим діабетом з'являється і зростання числа ускладнень. До них належать: діабетична мікроангіопатія, поліневропатія, ретинопатія та ін. Пошкодження судин нижніх кінцівок називається синдромом «діабетичні ноги», що в 10 % випадків закінчується гангреною, яка часто, з приводу життєвих показів, вимагає оперативного втручання – ампутації нижньої кінцівки.

Протікання захворювання в цій стадії носить прогресуючий характер, інколи операцію виконують повторно. Виконують ангіопластику, з подальшою заміною судин. Як цей метод лікування не знижує прогресування захворювання проводять ампутацію кінцівки на рівні гомілки, а надалі і на рівні стегна. У 1-5% випадків необхідна ампутація і нижньої кінцівки. Із зростаючою кількістю хворих на це захворювання, постає питання про вдосконалення методів лікувальної і соціальної проблематики. Лікування «діабетичних ног» – це довготривалий процес, який має бути забезпечений великою кількістю медикаментів, ортопедичними засобами.

Реабілітація хворих після ампутації є довготривала і вимагає співпраці з лікарем не тільки пацієнта, його родичів, а і всього суспільства. Наслідками операції насамперед є обмеження рухів. Цей дефект можна компенсувати технічним предметом – протезом. В 10-30 % випадків компенсація неможлива, тоді хворий є залежним від інвалідного крісла. Вік пацієнтів після ампутації з приводу діабетичної мікроангіопатії 50-70 років. Реабілітація вирішує проблеми, як таким інвалідам забезпечити повноцінне життя, уміння самообслуговування, здійснювати свої потреби, реалізувати свої плани, мрії. Цей процес називається ресоціалізацією. Суть його полягає в умінні інваліда дбати про себе самостійно, і не стати пасивним користувачем лікувального і соціального обслуговування.

Реабілітація, яка базується на принципі всебічного розвитку залишкового (резидуального) потенціалу пацієнта, яка потім виключає його соціальну ізоляцію. Доведено, що ізоляція з приводу втрати можливості рухатись, обмежує суспільну комунікацію. Це в свою чергу може привести до важкої психічної травми – депресії, яка може перерости в

Кількість пацієнтів з приводу ампутації нижніх кінцівок, судинних ускладнень в республіці досягає  $10^3$  за рік. Показами до проведення ампутації нижніх кінцівок може посідають травматичні ускладнення, які складають  $10^2$ . В молодому віці ампутації проводять з приводу остеосаркоми, їх кількість складає  $10^1$  за рік. Більша частина пацієнтів, яким була проведена ампутація нижніх кінцівок, намагаються повернути рухливу функцію. Удосконалення методик повернення рухливих функцій після ампутації є актуальним і сьогодні.

#### Формулювання цілей роботи.

**Мета роботи:** визначити енергетичні витрати хворих після протезування при ходьбі.

**Об'єкт дослідження** – процес реабілітації осіб після ампутації кінцівок.

**Предмет дослідження** – процес реабілітації хворих чоловіків віком 39-72 роки після ампутації нижніх кінцівок.

**Методи досліджень** – електрокардіографія.

**Завдання дослідження:**

1. Узагальнити досвід застосування протезування осіб після ампутації нижніх кінцівок.

2. Порівняти вплив різних способів пересування хворих на енергетичні витрати при ходьбі.

#### Результати дослідження та їх обговорення.

Було обстежено 10 чоловіків середнього віку 57 років, від 39 до 72 років. 7 хворих після ампутації, як ускладнення після діабетичної гангрени, 3 з них після травми. Порівнювали групу 5 здорових осіб приблизно одного віку. Всі досліджувані виконували дослідження у ходьбі із швидкістю 1,8 км/год.

Використання кількості кисню у здорових при біпедальній ході складало 4,0 мл на кг ваги. У пацієнтів після ампутації з милицями 12,02, після тренування ходьби з милицями 15,73. Здорові з фіксованою однією нижньою кінцівкою на милицях 15,73 (рис. 1).

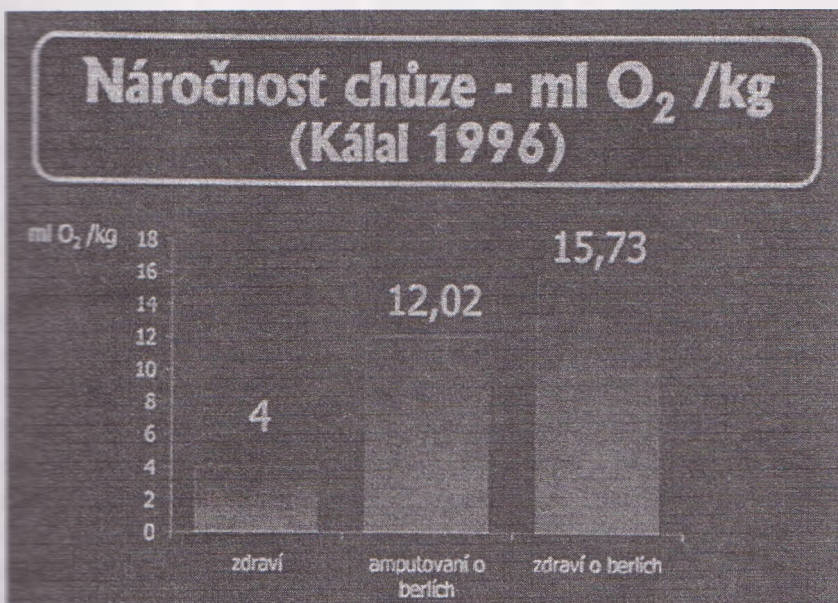


Рис. 1. Використання кількості кисню хворими після ампутації, здоровими особами і пацієнтами, які пересуваються на милицях

Після оцінки адаптаційних можливостей серцево-судинної системи під час навантаження (при цьому не було на ЕКГ депресії ST-сегменту), досліджуваним пацієнтам рекомендували тренування ходьби спочатку з підаксілярними милицями, а потім французькими

(підтримують руку на рівні плеча) милицями. Пацієнтам був встановлений протез. Вимірювалась кількість використаного при цьому кисню. Здорові чоловіки того ж віку були залучені, як контрольна група. Вони мали нерухому одну нижню кінцівку за допомоги однієї французької милиці.

Вперше, в 1995 році були проведені дослідження спрямовані на виявлення кількості витраченої енергії під час ходьби або руху у осіб після ампутації нижньої кінцівки, які пересуваються на милицях, на протезі, або на інвалідному візку. У ході дослідження ми прийшли до висновку, що ходьба після протезування стегна вимагає в 6 разів більше енергетичних витрат ніж при біпедальній ходьбі (на обох стопах) для здорової людини (рис. 2).

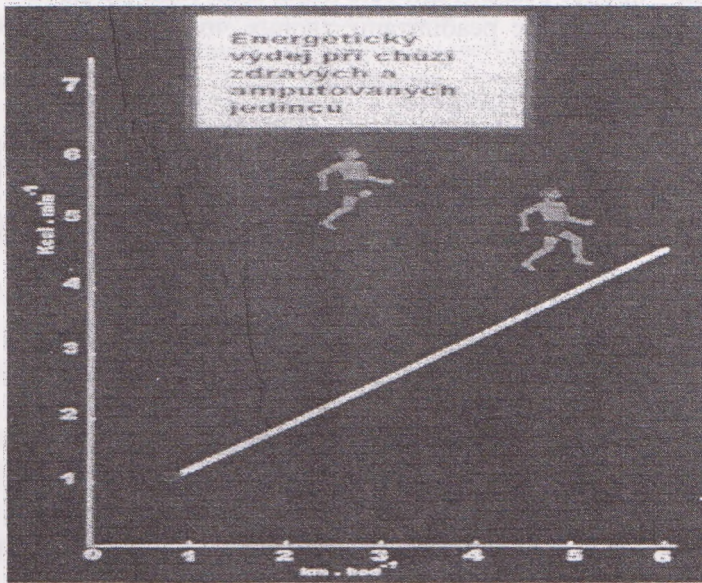


Рис. 2. Енергетичні витрати при ходьбі здорових осіб і осіб з ампутованою одною кінцівкою

Для забезпечення потреб інвалідів існує цілий ряд пристосувальних механізмів, які полегшують їм пересування і надають можливість повернутись до повноцінного життя.

Впровадженням сучасних технологій в удосконалення протезування розширює можливості хворих у руховій активності. Прикладом можуть бути військові під час другої світової війни, досягнення в інвалідному спорті (hendikepsport) (рис. 3).

За літературними даними реакцію хворих на фізичне навантаження визначали за допомогою підрахунку частоти серцевих скорочень. Нами досліджувалися енергетичні витрати при ходьбі за допомогою ручного ергометра та Holter моніторингу. Ці два тести виявляють недостатність коронарного кровообігу. Зміни на ЕКГ (електрокардіограмі) вирішують питання про покази та протипокази до протезування, або пересуватися за допомогою інвалідного возика. До 1995 року вважалось, що важкість ходьби при протезуванні гомілки складає 150 %, стегна 200 %, а при двобічній ампутації кінцівок 400 % в порівнянні з показниками при ходьбі здорової людини. Нами було проведено дослідження використання кількості кисню при ходьбі з милицями, з протезом і без нього. Визначення кількості поглинання кисню є показником енергетичних витрат при фізичному навантаженні. Тест проводився спочатку за допомогою мішка Douglasa, потім став можливий за диспозиції аналізатору газів. Паралельно з дослідженням осіб з ампутацією нижньої кінцівки, проводився тест на здорових особах, яким була знеруховлена одна нижня кінцівка фіксатором між гомілкою і стегном при згинанні у колінному суглобі.



а)



б)

Рис. 3. Сір Давид Роберт Стюард Бадер англійський пілот, з двобічним протезуванням (а), Марк Інгліс 47 років, який підкорив Еверест з двобічним протезуванням (б)

Завданням реабілітації є повернення хворої людини знову до родини і суспільства. Чим менший дефект по ампутації можна компенсувати, але для цього треба прикласти багато зусиль. Перш за все повинна забезпечитись виразна активність м'язів, що збереглись по можливості, так званих м'язів пагилу, а також м'язів верхніх кінцівок і тулуба. Активність м'язів від висоти збережених м'язів пагилу, а також якості проведення операції. Міопатична операція (ампутація) полягає в тому, що з'єднуються м'язи флексорів і екстензорів. Завданням реабілітації далі є формування пагилу і посилення збережених м'язів. Найважливішим фактором, який відновлює рух. Наприклад, при знерухомиленні суглоба у стегновому суглобі (при анкілозі) надія на реалізацію рухової активності є неможливою. Сила м'язів пагилу і розмах його рухів є найважливішими параметрами, які забезпечують рух після протезування.

Якщо навантаження на серцево-судинну систему є адекватним, то можна вважати, що навантаження не є вирішальним при прогнозуванні можливості ходьби після ампутації. Згідно багаторічних спостережень осіб з ампутованою кінцівкою можна констатувати, що існують дві категорії пацієнтів. До першої, належать активні особи, які знаходять в собі сили і мотивацію до подальшого руху і ходьби. До другої категорії належать ті, які не хочуть створювати до існуючої проблеми. Останні вважають, що з ними мають щось зробити (пасивна праця, проводить за них медик), а вони при цьому прикладають мінімум зусиль. Паралельно до змін з боку суглобового апарату у таких хворих з'являється, крім того, пошкодження органів чуття і тактильності, яке часто зустрічається при діабетичній полінейропатії, це є перешкодою до можливості функціонального протезування.

### Висновки

1. Лікування «діабетичної ноги» – це довготривалий процес, який має бути забезпечений великою кількістю медикаментів, ортопедичними засобами. Після оперативного лікування важливим є реабілітація хворих та забезпечення можливості пересування на великі відстані.
2. Енергетичні витрати при ходьбі після протезування є набагато вищі, ніж досі вважалося. Разом з оцінкою адаптаційних можливостей серцево-судинної системи під час навантаження, які контролюються ергометрією, важливим залишається контроль використання кисню при цьому. Дані показників використаного кисню дають можливість для пацієнтів після ампутації прогнозувати не тільки їх рухливість, можливості ходьби, але і їхню активність, включаючи спортивну.

## Список литературы

1. Kálal J.: Vliv rizikových faktorů na amputaci dolní končetiny. Eurorehab, 1993, č. 1, S. 43-48.
2. Kálal J.: Současné možnosti funkčního protézování amputovaných na dolní končetině. Eurorehab, 1993, 3, č. 2, S. 107-110
3. Kálal J.: Energetická náročnost chůze o protéze jako významný faktor pro individuální rehabilitace. Habilitační práce. Praha, UK, FTVS, 1996, 114 s.
4. Kálal J.: Amputace končetiny a tělesná zátěž. In: KUČERA, Miroslav, et al. Pohybový systém a zátěž. Grada Publishing, Praha, 1997, S. 235-242. ISBN 80-7169-258-1
5. Kálal J.: Rehabilitace amputovaných Univerzita J.E. Purkyně v Ústí nad Labem. Ústav zdravotnických studií. ISBN 80-7044-483-5. 2003, 75 stran, 1. vyd.
6. Kálal J.: Racionální pohybová aktivita amputovaných. Česká kinantropologie 2004, 8, č. 1, S. 41-49.
7. Syndrom diabetické nohy. Mezinárodní konsenzus vypracovaný Mezinárodní pracovní skupinou pro syndrom diabetické nohy. Galén, Praha, 2000
8. Wu Y.J., Chen S.Y., Lin M.C., Lan C., Lai J.S., Lien I.N.: Energy expenditure in wheeling and walking during prosthetic rehabilitation in a woman with bilateral transfemoral amputations. Arch Phys Med Rehabil 2001, 82, 2, 255.

## ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ЗАТРАТЫ ПРИ ХОДЬБЕ ПОСЛЕ ПРОТЕЗИРОВАНИЯ

Jan KÁLAL, Natalija VINAKURAU, Pavel KOLÁŘ

*Карлов университет в Праге, Чешская республика  
II-ий медицинский факультет і факультетская больница в Мотоле  
Клиника реабилитации*

**Аннотация.** В статье рассматриваются вопросы о подготовке больных после ампутации к протезированию. Исследовались показатели количества использованного кислорода и ЭКГ (электрокардиография) в покое и при нагрузке. Проанализированы возможности реабилитации и реинтеграции больных после ампутации. Поданы рекомендации к использованию способов физической реабилитации для больных с целью адаптации в обществе.

**Ключевые слова:** ампутация конечностей, физическая реабилитация, протезирование, электрокардиография, энергетические затраты.

## ENERGETIC SPENDING OF WALKING AFTER THE PROSTHETICATION

Jan KALAL, Natalija VINACURAU, Pavel KOLAR

**Abstract.** In this article showed questions of the training sick persons after the amputation before the artificial limb. The indexes of quantity oxygen which were used and the electrocardiography in calm and in loading has been investigated. Possibility of rehabilitation and reintegration of sick persons after the amputation was analyzed. The recommendation for the use of methods of physical rehabilitation of sick persons for the adaptation in society has been done.

**Key words:** amputation of limbs, physical rehabilitation, prosthetication, electrocardiography, energetic spending.