

# Ocena tolerancji jednorazowego wysiłku na bieżni u chorych z chromaniem przestankowym kierowanych do treningu marszowego

## Assesment of tolerance of single treadmill exercise in patients with intermittent claudication as a preparation for regular training

Anna Spannbaauer<sup>1,3</sup>, Maciej Chwała<sup>1,3</sup>, Jolanta Jaworek<sup>2</sup>, Katarzyna Zając<sup>3</sup>, Piotr Mika<sup>4</sup>, Arkadiusz Berwecki<sup>5,3</sup>, Joanna Danek<sup>3</sup>, Tomasz Mrowiecki<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Zakład Chirurgii Doświadczalnej i Klinicznej, Wydział Nauk o Zdrowiu Collegium Medicum w Krakowie

<sup>2</sup>Zakład Fizjologii Medycznej, Wydział Nauk o Zdrowiu, Collegium Medicum, Uniwersytet Jagielloński w Krakowie

<sup>3</sup>Oddział Chorób Wewnętrznych i Angiologii, Szpital Zakonu Bonifratrów św. Jana Grandego w Krakowie

<sup>4</sup>Katedra Rehabilitacji Klinicznej, Akademia Wychowania Fizycznego w Krakowie

<sup>5</sup>Zakład Kinezyterapii, Katedra Fizjoterapii, Akademia Wychowania Fizycznego w Krakowie

---

**Key words:** intermittent claudication, treadmill exercise test

### Abstract

**Background:** Medical treatment of claudication is a cornerstone of therapy in patients with PAOD. It improves the quality of life by means of decreasing pain during walking as well as elongating walking distance, but also limiting the risk of cardio – vascular complications. Treadmill training remains a very important element of the treatment. Performing a single exercise test before regular rehabilitation allows discovering potential cardio-vascular

disturbances, and in the same way informs about potential risk of performing full program of extensive treadmill training in some of the patients.

**Aim of the study:** The aim of the study was to evaluate clinical data supporting performance of exercise treadmill test accompanied by measurements of blood pressure, heart rate and ECG prior to regular treadmill training.

**Material and methods:** 35 patients with chronic limb ischaemia causing claudication (Fontaine II A and B) were enrolled to the study. These patients were qualified for treadmill training prior to the study. All of them had blood pressure, heart rate and ECG performed after treadmill exercise.

**Results:** Five of the patients (14%) were disqualified from further exercises due to increase of diastolic blood pressure above 115 mmHg during first phase of walking pain. Additionally in one of the patient simultaneous decrease of ST was observed. One of the patients was disqualified due to reaching intended age-appropriate maximal heart rate.

**Conclusion:** Measurements of blood pressure, heart rate and ECG before and during treadmill exercise should precede regular training program of patients with claudication.

**Słowa kluczowe:** chromanie przestankowe, próba wysiłkowa na bieżni.

**Streszczenie:** Leczenie chorych z chromaniem przestankowym opiera się głównie na terapii zachowawczej, która obejmuje poprawę jakości życia poprzez złagodzenie bólu kończyn w czasie chodzenia, a tym samym wydłużenie dystansu chromania oraz ograniczenie ryzyka powikłań sercowo – naczyniowych. Bardzo istotnym elementem w leczeniu zmian niedokrwiennych kończyn dolnych jest trening marszowy na bieżni. Poprzedzenie rehabilitacji ruchowej wykonaniem jednorazowego testu wysiłkowego umożliwi uchwycenie w trakcie testu zaburzeń układu krążenia i tym samym informuje o potencjalnym ryzyku rehabilitacji jakie

może stanowić pełny, wielotygodniowy program intensywnych ćwiczeń na bieżni dla niektórych chorych.

**Celem pracy:** była ocena konieczności stosowania diagnostycznego testu wysiłkowego z pomiarami ciśnienia (CTK), częstości akcji serca (CAS) i zapisem EKG u chorych z chromaniem przestankowym przed podjęciem treningu marszowego na bieżni.

**Materiał i metody:** Badaniami objęto 35 chorych ze zmianami miażdżycowymi tętnic kończyn dolnych, powodującymi chromanie przestankowe (stopień IIa/b wg klasyfikacji Fontaine`a) kierowanych do treningu marszowego na bieżni. U wszystkich chorych wykonano test wysiłkowy na bieżni z pomiarami CTK, EKG i CAS.

#### **Wyniki:**

- Pięciu chorych (14 %) zdyskwalifikowano z treningu marszowego z powodu podwyższenia ciśnienia rozkurczowego do 115mmHg już w chwili pojawienia się chromania, w tym jednego z powodu równoczesnych obniżek odcinka ST.
- Jednego chorego zdyskwalifikowano z powodu przekroczenia należnej dla wieku maksymalnej CAS w momencie pojawienia się chromania.

**Wnioski:** Przed podjęciem treningu marszowego na bieżni u chorych z chromaniem należy wykonać diagnostyczny test marszowy z pomiarami ciśnienia, częstości akcji serca i zapisem EKG w czasie i bezpośrednio po marszu.

---

#### **Wstęp**

Choroba tętnic obwodowych kończyn dolnych (*peripheral arterial disease* – PAD) objawia się często typowym dla niej symptomem chromania przestankowego. Jest to spowodowany wysiłkiem dyskomfort w obrębie mięśni łydki związany z przemijającym niedokrwieniem. Chromanie charakteryzuje się kurczami i bólem niedokrwionej grupy mięśniowej. Dyskomfort pojawia się tylko podczas wysiłku, nasilając się stopniowo w miarę dalszego marszu, aż do chwili gdy pacjent musi się zatrzymać [19].

Bardzo ważną cechą chromania kończyn dolnych jest to, że wywołuje go w miarę stały i określony wysiłek fizyczny, a zaprzestanie chodzenia i odpoczynek sprawiają, że ból ustępuje szybko, bez zmiany pozycji ciała. Objaw ten jest na tyle charakterystyczny i powtarzalny dla miażdżycy tętnic kończyn dolnych, że właściwe rozpoznanie choroby można już postawić w oparciu o prawidłowo zebrany wywiad [57]. Choroba tętnic obwodowych jest spowodowana miażdżycą doprowadzającą do zwężenia i zamknięcia głównych naczyń zaopatrujących kończynę dolną w krew. Chory z chromaniem przestankowym nie odczuwa dolegliwości w spoczynku. Dzieje się tak, ponieważ w tych warunkach przepływ krwi i zużycie tlenu w kończynie ulegają zbilansowaniu. Podczas wysiłku zwężone lub zamknięte naczynia tętnicze zaopatrujące mięśnie kończyn dolnych ograniczają wzrost przepływu krwi, co powoduje dysproporcje między zapotrzebowaniem metabolicznym a dostarczeniem tlenu i wiąże się z wystąpieniem objawu jakim jest chromanie [34]. W następstwie niedokrwienia mięśni dochodzi do uwalniania produktów beztlenowej przemiany materii. W obszarze niedokrwienia z powodu ograniczonej dostawy tlenu dochodzi do beztlenowej glikolizy, wzrostu stężenia kwasu mlekowego oraz wyczerpania zapasów adenozyntotrójfosforanu (ATP) i fosfokreatyny co powoduje wystąpienie bólu [31]. Stopień upośledzenia ukrwienia kończyny oceniany jest pomiarem wskaźnika kostka - ramię (WKR) [2]. WKR jest wyrażony jako iloraz ciśnienia skurczowego mierzonego w okolicy kostki i ciśnienia skurczowego mierzonego na ramieniu. W warunkach fizjologicznych WKR w pozycji leżącej jest zbliżony do 1,1. U chorych z PAD wartości WKR spadają poniżej 0,9, a poniżej 0,4 świadczą już o skrajnym (krytycznym) niedokrwieniu kończyny [23].

Współczesne zasady leczenia miażdżycowego niedokrwienia kończyn dolnych opierają się przede wszystkim na wytycznych TASC II (*Trans Atlantic Inter Society Consensus for the Management of Peripheral Arterial Disease*) z 2007. Dokument ten prezentuje między innymi zalecenia dotyczące sposobów leczenia chromania przestankowego. Leczenie chorych z chromaniem przestankowym opiera się głównie na terapii zachowawczej, która obejmuje poprawę jakości życia poprzez złagodzenie bólu kończyn w czasie chodzenia, a tym samym wydłużenie dystansu chroma-

nia oraz zmniejszenie wystąpienia ryzyka powikłań sercowo – naczyniowych. Bardzo istotnym elementem w leczeniu zmian niedokrwiennych kończyn dolnych jest trening marszowy. Zgodnie z 14 zaleceniem TASC II nadzorowany trening na bieżni winien stanowić część wstępnego, podstawowego postępowania u wszystkich chorych z chromaniem przestankowym. Według zasad EBM zalecenie to ma siłę A, czyli znaczenie pierwszorzędne. Sesje treningowe powinny trwać 30-60 min i być prowadzone 3 razy w tygodniu przez minimum 3 miesiące [20]. Wyróżniamy maksymalny dystans chromania (*maximal claudication distance* – MCD), to jest taki odcinek drogi po przebyciu którego chory zmuszony jest do zaprzestania chodzenia w następstwie silnego bólu i kurczu mięśni podudzi, oraz dystans bezbólowy czyli odcinek drogi do pojawienia się bólu (*pain-free walking distance* – PFW). Nowość w zaleceniu TASC II stanowi stwierdzenie, iż chory odnosi większą korzyść z treningu marszowego na bieżni jeśli zaprzestaje chodzenia dopiero przy umiarkowanym pobolewaniu podudzi, w porównaniu do tych którzy ćwiczą *stricte* do fazy dystansu bezbólowego. Dokładnie zalecenie to brzmi „pacjent powinien zaprzestać marszu, gdy ból osiąga średnie nasilenie (jeśli pacjent zatrzyma się w momencie rozpoczęcia bólu odpowiedź na trening będzie mniejsza)”. Takie ujęcie stwarza mnogie wątpliwości, w tym tę najistotniejszą, jak ocenić „średnie nasilenie bólu”. Nadto Consensus zawiera inne nieprecyzyjne określenia takie jak „na-leży unikać nadmiernego zmęczenia czy dużego dyskomfortu”. Niektórzy badacze sugerują, że trening dopiero wówczas przynosi zadowalające wyniki jeśli wysiłek jest submaksymalny (*near maximal pain*) [53]. Automatycznie powstaje skojarzenie z odmiennym postępowaniem u chorych ze stenokardialnym bólem w wyniku niedokrwienia mięśnia sercowego, kiedy to zalecamy choremu odpoczynek w odróżnieniu od chorych z bólem niedokrwiennym mięśni kończyn dolnych kiedy to zalecamy, odwrotnie - wysiłek.

Zmiany miażdżycowe tętnic u chorych z chromaniem przestankowym są zazwyczaj uogólnione, to znaczy w różnym stopniu zaawansowania obejmują również tętnice innych narządów takich jak serce i mózgowie. Zatem ćwiczenia na bieżni muszą uwzględniać zarówno korzyści; to jest wydłużenie dystansu chromania, jak i obciążenia dla układu sercowo - naczyniowego. O ile

piśmiennictwo wyczerpująco omawia obniżenie ciśnienia krwi na tętnicy piszczelowej tylnej /grzbietowej stopy w następstwie pogłębionego deficytu ukrwienia mięśni w odpowiedzi na wysiłek na bieżni, o tyle prace dotyczące jednoczesowych zmian ciśnienia na kończynach górnych są nieliczne. Stwierdzono, że u części chorych występuje na tyle wyraźny wzrost ciśnienia iż, korzyści z treningu wymagają pogłębionej oceny [5].

Wysoka śmiertelność chorych z chromaniem przestankowym jest zastanawiająca biorąc pod uwagę względnie łagodny charakter lokalnej dolegliwości jaką jest chromanie przestankowe. Chorego z chromaniem należy postrzegać, jako zagrożonego epizodem sercowo-naczyniowym, ponieważ tylko 18% chorych z chromaniem będzie wymagało interwencji chirurgicznej a 10% zostanie poddanych amputacji w obserwacji dziesięcioletniej, podczas gdy śmiertelność z powodu zawałów i udarów po 5, 10, 15 latach wyniesie odpowiednio 30%, 50%, 70%. [15,24,33,42]. U części chorych z chromaniem przestankowym tworzenie reaktywnych form tlenu (*reactive oxygen species* = ROS) może być większe od zdolności antyoksydacyjnych organizmu i może prowadzić do zaburzeń integralności komórkowej i odpowiedzi systemowej. W trakcie chromania, w następstwie powtarzanych faz niedokrwienie/ponowne ukrwienie, neutrofile w niedokrwionym obszarze ulegają aktywacji i tym samym łatwiej przylegają do śródbłonna co powoduje, że dokonują się procesy prowadzące do uszkodzenia śródbłonna. Przyleganie neutrofilów do śródbłonna tworzy mikrośrodowisko, w którym stężenie ROS zarówno pochodzenia śródbłonkowego jak i z tych neutrofilów jest na tyle wysokie iż inaktywują one między innymi śródbłonkowy czynnik rozszerzający naczynia, czyli tlenek azotu (NO). Nadto aktywowane neutrofile a także monocyty, limfocyty i eozynofile mają większą adhezyjność a zarazem są mniej odkształcalne i czopują naczynia kapilarne (*the no - reflow phenomenon*) [45]. Również podwyższony poziom tromboksanu TXA<sub>2</sub> w tym obszarze powoduje aktywację płytek krwi, nasila reakcję naczynioskurczową i przyczynia się do ogólnoustrojowej odpowiedzi zapalnej. W świetle przytoczonych niekorzystnych następstw urazu niedokrwienie/ponowne ukrwienie (*ischemia/reperfusion injury*) powszechnie przyjęto, że u chorych z chromaniem przestankowym trening

marszowy na bieżni winien ograniczać się do chodzenia wyłącznie w zakresie dystansu bezbólowego aby uniknąć opisanych szkód [8,10,11,31,55] tym bardziej, że maksymalne rozszerzenie naczyń mięśniowych następuje zanim pojawi się ból niedokrwienny [7]. Przytoczone na wstępie zalecenia TASC II odmiennie ujmują to zagadnienie dopuszczając w pewnym stopniu do bólu, czy zmęczenia niedokrwionych mięśni kończyn dolnych w trakcie chodzenia, koncentrując się na korzyści wydłużenia dystansu chowania, a pomijając kwestię systemowej reakcji zapalnej będącej wynikiem powtarzanego niedokrwienia mięśni podudzia [20].

Poprzedzenie rehabilitacji ruchowej wykonaniem jednorazowego testu wysiłkowego umożliwia uchwycenie w trakcie testu zaburzeń układu krążenia i tym samym informuje o potencjalnym ryzyku rehabilitacji jakie może stanowić pełny, wielotygodniowy program intensywnych ćwiczeń na bieżni dla niektórych osób. Nie dotyczy to chorych o których już wstępnie wiadomo, że zaawansowana niestabilna choroba wieńcowa, niedokrwienne zaburzenia neurologiczne oraz niektóre zmiany mięśniowo-stawowe stanowią przeciwwskazanie do podjęcia rehabilitacji ruchowej na bieżni. Odsetek chorych dyskwalifikowanych od rehabilitacji ruchowej wg różnych badań waha się od 7 - 34% pacjentów [7,20].

**Celem pracy** była próba odpowiedzi na następujące pytania:

1. Czy u chorych z chromaniem przestankowym należy przed podjęciem treningu marszowego na bieżni wykonać wcześniej diagnostyczny test marszowy z pomiarami ciśnienia CTK, częstości akcji serca CAS i zapisem EKG?
2. Jaki jest odsetek chorych niezdolnych do podjęcia pełnego treningu na bieżni na podstawie wyżej wymienionych parametrów?
3. Jak kształtują się zmiany wskaźnika kostka- ramię po wysiłku na bieżni u chorych, którzy zostali zakwalifikowani do treningu i u chorych zdyskwalifikowanych?

## **Materiał i metodyka**

### **Charakterystyka badanej grupy**

Badaniami objęto 35 mężczyzn w wieku od 45-75 lat z miażdżycowym niedokrwieniem kończyn dolnych, kierowanych przez

chirurga naczyniowego do treningu marszowego na bieżni. Rozpoznanie zmian chorobowych tętnic oparto o wyniki badania fizykalnego to jest ocenę obecności tętna nad tętnicą udową, podkolanową, piszczelową tylną i grzbietową stopy, na osłuchiwaniu tętnic, pomiarze wskaźnika kostka-ramię (WKR). Chorym nie zmieniano prowadzonego przewlekłe leczenia lekami usprawniającymi krążenie obwodowe, nie modyfikowano również leków nasercowych i obniżających ciśnienie tętnicze krwi. Rozsiane, wielopoziomowe zmiany miażdżycowe miało 19 chorych. U 7 chorych niedrożność obejmowała odcinek udowo-podkolanowy, a u 9 odcinek głównie aortalno-biodrowy

Kryteria włączenia do badania:

- 1/ stopień II zaawansowania zmian miażdżycowych tętnic wg skali Fontaine'a
- 2/ ustabilizowany od co najmniej 6 miesięcy dystans chromania,
- 3/ uzyskanie pisemnej zgody chorego na udział w badaniu po szczegółowym wyjaśnieniu celu badania

Kryteria wykluczenia z badania stanowiły:

- stwierdzenie przebytego zawału serca w ciągu ostatniego pół roku,
- blok przedsionkowo-komorowy III stopnia,
- wszczepiony rozrusznik,
- spoczynkowe przemieszczenie odcinka ST,
- ortostatyczne spadki ciśnienia skurczowego  $> 20$  mmHg,
- niewydolność krążenia ( III-IV wg NYHA),
- udar mózgu przebyty w ciągu ostatnich 6 miesięcy,
- zmiany zwyrodnieniowe stawów kończyn i/lub kręgosłupa powodujące bóle kończyn dolnych,
- niedokrwistość ( $Hb < 10$  g/dl),
- cukrzyca,
- świeża zakrzepica żylna,
- ostra choroba systemowa lub gorączka,
- natychmiastowe odstępnie od dalszego badania jeśli chory zgłosi ból dławicowy,
- przebycie zabiegów odtwórczych na tętnicach jamy brzusznej i kończyn dolnych.



## Opis badania

Przed rozpoczęciem badań na bieżni marszowym testem korytarzowym ( $V=3\text{km/h}$ ) oceniono dystans chromania do początku bólu (PFWD) i maksymalny dystans chromania (MCD). U chorych oceniano również masę i wysokość ciała a następnie obliczono wskaźnik BMI. Badania wykonano u wszystkich chorych między 8 a 9 godziną rano. Badania prowadzono na bieżni marki ITAM Zabrze, ERT 100 z przesuwem taśmy  $4,0\text{ km/godzinę}$  przy nachyleniu 12 stopni. W czasie marszu na bieżni dokonywano pomiaru CTK, CAS i zapisu EKG w momencie początku bólu mięśni nóg, oraz ponownie kiedy ból zmuszał chorego do zaprzestania chodzenia. W oparciu o wyniki testu podejmowano decyzje o kwalifikacji do treningu marszowego na bieżni.

Nie kwalifikowano do pełnego treningu na bieżni jeśli w trakcie testu wydolnościowego stwierdzono:

- A/ nagłe obniżki ciśnienia i częstości akcji serca (CAS) w czasie wysiłku,
- B/ poziome obniżki odcinka ST o 1 mm i więcej w czasie marszu na bieżni,
- C/ zaburzenia rytmu – to jest dodatkowe skurcze komorowe częściej niż co trzy pobudzenia prawidłowe,
- D/ przekroczenie należytnej, maksymalnej częstości akcji serca stosownie do norm ustalonych dla wieku (220-wiek w latach),
- E/ wzrost ciśnienia mierzonego na kończynie górnej powyżej 210/115 mm Hg.

Wymienione kryteria oceny w czasie jednorazowego wysiłku na bieżni przyjęto jako ryzykowne obciążenie dla mięśnia sercowego.

Pomiary ciśnienia dla oznaczenia spoczynkowego WKR wykonywane były u pacjentów przez te same osoby, aparatem Bidop Hadeco, zawsze po okresie 25 minutowego odpoczynku, a 5 minut przed badaniem na bieżni. Dla wyliczania WKR z dwóch pomiarów na tętnicy piszczelowej tylnej i grzbietowej stopy uwzględniano wartość wyższą.

Pomiary ciśnienia na kończynach dolnych dla oznaczenia powysiłkowego WKR przeprowadzono w 5 minucie odpoczynku, bowiem u znaczącej części chorych pomiar bezpośrednio po wy-

siłku był niewykonalny ze względu na brak jakiegokolwiek sygnału w aparacie Dopplera, a u innych chorych sygnał przepływu był wątpliwy, dyskusyjny. Ciśnienie na kończynach górnych w 5 min odpoczynku osiągnęło wartości bliskie wartościom wyjściowym.

### Statystyczne opracowanie wyników

Uzyskane wyniki badań poddano obliczeniom statystycznym przy użyciu programu STATISTICA PL. Dane przedstawiono w postaci średniej i odchylenia standardowego. Wykorzystano test *t*-Studenta dla grup zależnych i niezależnych. Różnice uznawano za istotne dla  $p < 0,05$ .

### Wyniki badań

Średnia wieku w badanej grupie wynosiła 60 lat, wskaźnik BMI był równy 25. Dystans chromania do początku bólu (PFWD), wynosił 134 m a maksymalny dystans chromania (MCD) 206 m. Wskaźnik kostka-ramię (WKR) w spoczynku dla kończyny dolnej prawej średnio wynosił 0,63 a dla kończyny dolnej lewej 0,56.

Chorych podzielono na dwie grupy w oparciu o wartość ciśnienia rozkurczowego w trakcie wysiłku. W grupie I ( $n=5$ ) ciśnienie rozkurczowe w chwili zgłoszenia przez chorego początku bólu łydek osiągnęło wartość 115 mmHg. W grupie II ( $n=30$ ) ciśnienie rozkurczowe w tym samym okresie wynosiło  $< 115$  mmHg. W Tabeli 1 przedstawiono zmiany wartości ciśnienia tętniczego podczas wysiłku na bieżni.

W Tabeli 2 przedstawiono spadek ciśnienia skurczowego ocenianego na kończynach dolnych po osiągnięciu dystansu maksymalnego (w 5 minucie odpoczynku) w porównaniu do ciśnienia, jakie stwierdzono przed marszem na bieżni.

**Tab. 1.** Zmiany wartości ciśnienia skurczowego/rozkurczowego w spoczynku przed marszem, ciśnienie na początku bólu łydek i po osiągnięciu dystansu maksymalnego w obu grupach.

**Tab. 1.** Changes of diastolic/systolic pressure values during rest (before marching), pressure at the initial moment of pain and after reaching maximal distance in both groups.

Ciśnienie (mmHg)		Spoczynkowe		Początek bólu	Wzrost ciśnienia	Maks. dystans	Wzrost ciśnienia
Skurczowe	I (n=5)	152,0 ± 3,4		196,0 ± 13,4	44,0 (28,1%)	213,0 ± 8,4	17,0 (10,9%)
	II (n=30)	123,5 ± 4,0		150,0 ± 13,7	26,5 (21,7%)	163,3 ± 19,8	13,3 (8,9%)
	p	p<0,0001		p<0,0001		p<0,0001	
Rozkurczowe	I (n=5)	87,0 ± 2,7		115,0 ± 0,0	28,0 (32,2%)	118,0 ± 7,1	3,0 (2,6%)
	II (n=30)	77,3 ± 7,9		85,7 ± 8,6	8,4 (10,9%)	90,3 ± 7,5	2,8 (5,4%)
	p	p=0,006		p<0,0001		p<0,0001	

Dane wyrażono w postaci średniej ± odchylenie standardowe oraz procentowo.

**Tab. 2.** Spadek ciśnienia skurczowego mierzonego na kończynie dolnej po maksymalnym wysiłku na bieżni w obu grupach.

**Tab. 2.** Decrease of systolic pressure measured on lower extremity after maximal effort in both groups.

Ciśnienie	Grupa	Ciśnienie w spoczynku (mmHg)	Ciśnienie w 5 min. odpoczynku po maksymalnym wysiłku (mmHg)	Różnica; wartość p	% zmniejszenia
W prawej kończynie dolnej	I (n=5)	99,0 ± 33,2	74,0 ± 32,1	d=25,0; p=0,261	-25,3
	II (n=30)	75,9 ± 24,7	57,7 ± 30,2	d=18,2; p=0,019	-24,0
W lewej kończynie dolnej	I (n=5)	81,0 ± 16,7	41,0 ± 12,5	d=40,0; p=0,003	-49,4
	II (n=30)	68,8 ± 24,0	41,5 ± 17,7	d=27,3; P<0,0001	-39,7

Dane wyrażono w postaci średniej ± odchylenie standardowe oraz procentowo.

W Tabeli 3 podano wyniki pomiarów wskaźnika kostka-ramię (WKR).

**Tab. 3.** Powysiłkowe zmiany wskaźnika kostka - ramię (WKR) w obu grupach.

**Tab. 3.** Changes of ABI (ankle – brachial index) in both groups.

WKR	Grupa	WKR w	WKR w 5 minutach odpoczynku po maksymal- nym wysiłku	Różnica; wartość p	% zmniej- szenia
		spoczynku			
W prawej kończynie dolnej	I(n=5)	0,65 ± 0,19	0,39 ± 0,16	d=0,26; p=0,024	40,0
	II(n=30)	0,61 ± 17	0,41 ± 0,20	d=0,20; p<0,0001	32,8
	p	p=0,636	p=0,836		
W lewej kończynie dolnej	I(n=5)	0,58 ± 0,17	0,24 ± 0,08	d=0,34; p=0,004	58,6
	II(n=30)	0,55 ± 0,20	0,31 ± 0,14	d=0,24; p<0,0001	43,6
	p	p=0,305	p=0,291		

W Tabelach 4 i 5 przedstawiono wyniki pomiarów CTK i CAS chorych, których nie zakwalifikowano do treningu marszowego na bieżni stosownie do kryteriów uznanych za rokowniczo niekorzystne do podjęcia klasycznego treningu marszowego na bieżni. W Tabeli 4 zestawione zostały dane chorych zdyskwalifikowanych ze względu na osiągnięte, maksymalne wartości ciśnienia, a w Tabeli 5 ze względu na osiągnięte, maksymalne wartości częstości akcji serca CAS.

**Tab. 4.** Zmiany wartości ciśnień skurczowych i rozkurczowych na tętnicy ramieniowej w poszczególnych etapach wysiłkowej próby marszowej u chorych (n=5) zdyskwalifikowanych z treningu na bieżni.

**Tab. 4.** Changes of systolic and diastolic pressure measured on brachial artery during all stages of exertion in patients (n=5) disqualified from treadmill test.

Nr pa- cjenta	Ciśnienie w spoczynku w pozycji stoją- cej na bieżni skurczowe/ rozkurczowe (mmHg)		Ciśnienie – początek ból skurczowe/ rozkurczowe (mmHg)		Ciśnienie- tuż po max. wysiłku skurczowe/ rozkurczowe (mmHg)		Ciśnienie w 2 min od- poczynku skurczowe/ rozkurczo- we (mmHg)		Ciśnienie w 5 min od- poczynku skurczowe/ rozkurczo- we (mmHg)	
5	150	85	210	115	210	115	180	90	140	80
19	145	90	190	115	200	120	200	100	165	100
21	150	85	180	115	220	120	190	100	170	90
23	150	85	210	115	215	120	190	100	140	80
28	165	90	190	115	220	115	180	100	170	90
<b>średnia</b>	<b>152</b>	<b>87</b>	<b>196</b>	<b>115</b>	<b>213</b>	<b>118</b>	<b>188</b>	<b>98</b>	<b>157</b>	<b>88</b>

**Tab. 5.** Zmiany wartości CAS w poszczególnych etapach badania u chorego zdyskwalifikowanego z powodu przekroczonej należnej maksymalnej CAS.

**Tab. 5.** Changes of HR during all stages of exertion in a patient disqualified from treadmill test because of crossing maximal due HR.

Nr pa- cjenta	Wiek (w la- tach)	Należna CAS max- 220- wiek	85 % należnej max CAS	CAS w spo- czynku, w pozycji leżącej	CAS w spo- czynku, w pozyc- ji sto- jącej na bieżni	CAS – po- czątek ból	CAS – tuż po wyci- siłku max	CAS w 2 min. odpo- czyn- ku	CAS w 5 min. odpo- czyn- ku
22	64	156	132,6	70	95	160	171	90	85

CAS – częstość akcji serca / minutę

Pośród 35 analizowanych chorych w 2 przypadkach (Tab. 6, 7) stwierdzono w czasie testu marszowego na bieżni obniżki odcinka ST. W Tabeli 6 przedstawiono interpretację zmian w zapisie EKG u chorego (nr 23) zdyskwalifikowanego z powodu obniżek odcinka ST w trakcie wysiłku już w momencie początku bólu kończyn dolnych.

W Tabeli 7 przedstawiono interpretację zmian w zapisie EKG u chorego (nr 19) zdyskwalifikowanego z powodu osiągniętych wartości ciśnień w już momencie początku bólu kończyn dolnych (190/115), u którego tuż po osiągnięciu maksymalnego dystansu na bieżni stwierdzono poziome obniżki odcinka ST do (-1,0 mm).

**Tab. 6.** Zmiany zapisu EKG i CAS oraz wartości ciśnienia tętniczego krwi na tętnicy ramieniowej mierzone w teście wysiłkowym na bieżni u chorego zdyskwalifikowanego z powodu przekroczonej wartości ciśnienia w momencie początku bólu kończyn dolnych i z powodu obniżek odcinka ST.

**Tab. 6.** Changes of ECG and HR as well as blood pressure values on brachial artery measured during exertion in patient disqualified from treadmill test because of crossing pressure limit during initial pain and of depression of ST segment.

Numer pacjenta, wiek	EKG spoczynkowe na bieżni	EKG - początek bólu kk. dolnych	EKG- tuż po maksymalnym wysiłku	EKG- w 2 min odpoczynku	EKG- w 5 min odpoczynku
23. (63 l)	-zatokowy, miarowy -obecny załamek Q w odprowadzeniu V4 -w V1 ujemny załamek T	-zatokowy, miarowy, normogram -tachykardia -w II, III, aVF obniżki poziome ST do (-1,0mm)	-zatokowy, miarowy - w II, III, aVF obniżki poziome ST do (-1,0mm)	-zmiany w odprowadzeniach II, III, aVF ustąpiły	-zatokowy miarowy - w zakresie odcinka ST bez zmian
<b>Ciśnienie skurczowe/rozkurczowe mmHg</b>	150/85	210/115	215/120	190/100	140/80
<b>CAS</b>	105	136	141	110	100

**Tab. 7.** Zmiany zapisu EKG i CAS oraz wartości ciśnienia tętniczego krwi na tętnicy ramieniowej mierzone w teście wysiłkowym na bieżni u chorego zdyskwalifikowanego z powodu przekroczonej wartości ciśnienia w momencie początku bólu kończyn dolnych.

**Tab. 7.** Changes of ECG and HR as well as blood pressure on brachial artery measured during exertion in patients disqualified from treadmill training because of crossing the limit of blood pressure during initial pain.

Numer pacjenta, wiek	EKG spoczynkowe na bieżni	EKG -początek bólu kk. dolnych	EKG- tuż po maksymalnym wysiłku	EKG- w 2 min odpoczynku	EKG- w 5 min odpoczynku
19. (41 l)	-zatokowy, miarowy -bez zmian w ekg	-tachykardia zatokowa bez istotnych zmian -płytkie ujemne T w III odprowadzeniu	-tachykardia zatokowa <b>-obniżki poziome odcinka ST do (-1,0mm) w odprowadzeniach II, III, aVF z płytkim ujemnym załamkiem T w III i aVF</b>	-płytkie niewielkie T w odprowadzeniu III, innych zmian brak	-płytkie niewielkie T w III odprowadzeniu, innych zmian brak
<b>Ciśnienie skurczowe/rozkurczowe mmHg</b>	145/90	<b>190/115</b>	<b>200/120</b>	200/100	165/100
<b>CAS</b>	97	137	141	90	85

## Dyskusja

Poprzedzenie rehabilitacji ruchowej wykonaniem testu wysiłkowego umożliwiłoby uchwycenie zaburzeń układu krążenia potencjalnie zwiększających ryzyko rehabilitacji [6]. Taki test wykonuje się u chorych z chorobą niedokrwienną serca aby optymalizować wysiłek [1]. Logicznym następstwem 14 zalecenia TASC II jest wprowadzenie dokładniejszego badania chorych z chromaniem przestankowym przed ewentualnym treningiem marszowym. A zatem istotne jest dokonanie oceny tolerancji jednorazowego wysiłku na bieżni w oparciu o pomiary ciśnienia, częstości akcji serca i zapisu EKG w kolejnych fazach marszu, to jest już na początku bólu łydek i po osiągnięciu dystansu maksymalnego Dane

z piśmiennictwa w tej kwestii są nieliczne i zwykle podejmują jedynie ocenę ciśnienia i CAS bez zapisu krzywej EKG [5]. Ważna jest również ocena spoczynkowego i powysiłkowego WKR, który nie tylko dostarcza rzetelnych informacji na temat ukrwienia kończyny, ale jest także silnym niezależnym czynnikiem rokowniczym zdarzeń sercowo-naczyniowych [48].

U chorych grupy I znacząco podwyższone ciśnienie utrzymywało się do czasu ukończenia marszu na bieżni i osiąga wówczas średnio około 213/118 mm Hg. Tak znaczące zwwyżki ciśnienia odnotowane w jednorazowym teście u chorych grupy I zadecydowały o dyskwalifikacji tych chorych od podjęcia treningu marszowego na bieżni, gdyż część osób z nadciśnieniem tętniczym zagrożona jest zawałem mięśnia sercowego i/lub udarem mózgu.

Porównanie wzrostu ciśnienia w trzech pomiarach, to jest w spoczynku, z chwilą początku bólu i kolejno po osiągnięciu dystansu maksymalnego wykazało, że dla chorych z grupy I zwwyżki w odniesieniu do ciśnienia skurczowego wyniosły 28% i 11% a dla grupy II odpowiednio 22% i 9%, dla ciśnienia rozkurczowego, dla grupy I - 32% i 3% a dla grupy II odpowiednio 11% i 5%. Najwyraźniejsze różnice zwyczaj ciśnienia między grupą I i II dotyczyły ciśnienia rozkurczowego (32% i 3% vs 11% i 5%). (Tab. 1)

W piśmiennictwie nie ma jednoznacznych danych tłumaczących drastyczny wzrost ciśnienia u jednych a umiarkowany u innych chorych po porównywalnym wysiłku na bieżni. Część badaczy przyjmuje, że nadciśnieniowa reakcja na bieżni pozostaje w proporcji do zaawansowania zmian chorobowych tętnic [4]. Jeśli uznać za wystarczające dla oceny zaawansowania schorzenia tętnic spoczynkowe i wysiłkowe wskaźniki kostka - ramię oraz pomiary ciśnienia na obwodzie kończyn dolnych to spośród 35 analizowanych chorych stopień zaawansowania niedokrwienia kończyn był porównywalny (Tab. 2,3). Nie potwierdzono zatem poglądu o zależności wzrostu ciśnienia na kończynie górnej po wysiłku na bieżni od zaawansowania niedokrwienia kończyn dolnych aczkolwiek mała liczba obserwacji nie upoważnia do stanowczych stwierdzeń. Sam natomiast fakt obniżki WKR jest informacją istotną. Z punktu widzenia ogólnego stanu zdrowia zredukowany WKR jest czynnikiem ryzyka wystąpienia epizodów sercowo-naczyniowych, ponieważ przewlekłe niedokrwienie kończyn dolnych spowodowane



miażdżycą ma ścisły związek z chorobą wieńcową i chorobą tętnic mózgowych. Wskaźnik kostka-ramię mniejszy lub równy 0,9 wiąże się z 3-6 krotnym wzrostem ryzyka śmiertelności sercowo-naczyniowej. Ryzyko to koreluje ze stopniem redukcji WKR- im niższy WKR tym większe ryzyko [20,27]. A zatem jak pokazują wyniki badań obie grupy wykazują potencjalne, duże ryzyko powikłań sercowo-naczyniowych, gdyż po osiągnięciu maksymalnego dystansu chromania po wysiłku na bieżni i po 5 minutach odpoczynku WKR był obniżony. U chorych zakwalifikowanych do treningu marszowego z 0,61 na 0,41 dla kończyny dolnej prawej a dla kończyny dolnej lewej z 0,55 na 0,31. U chorych zdyskwalifikowanych do treningu marszowego WKR dla kończyny dolnej prawej z 0,65 i na 0,39, a dla kończyny dolnej lewej z 0,58 na 0,24 po wysiłku na bieżni (Tab. 3)

Pytanie jakimi drogami płynie krew w niedokrwionych kończynach w miarę narastającego wysiłku i narastającego bólu niedokrwionych mięśni kończyn dolnych oraz pogłębiającej się hipoksji pozostaje bez jednoznacznej odpowiedzi. U chorych z chromaniem badano jednocześnie ciśnienie na tętnicy promieniowej oraz na tętnicy i żyły piszczelowej niedokrwionej kończyny. W ten sposób określano gradient ciśnień (*pressure gradient* - między kończyną górną a kończyną dolną) oraz ciśnienie perfuzyjne stopy (*foot perfusion pressure* - różnica między tętnicą, a żyłą na stopie). W czasie wysiłku gradient ciśnień osiąga wyższe wartości, natomiast ciśnienie żyłne na stopie ulega obniżeniu jako wynik obniżki zasilania tętniczego [3]. Istotne znaczenie mają naczynia krążenia obocznego [26]. Istnienie i rozwój krążenia obocznego w miażdżycy umożliwia utrzymanie spoczynkowej przemiany materii przewlekle niedokrwionych tkanek. Dopiero zwiększone zapotrzebowanie na tlen podczas pracy mięśniowej powoduje niedotlenienie i zaburzenia tlenowe przemiany energetycznej w komórce. Wykazano też, że regulacja przepływu krwi przez krążenie oboczne zależy od stężenia tlenu azotu. Zablockowanie syntezy NO powoduje zmniejszenie przepływu krwi przez naczynia oboczne [33]. Rozwój krążenia obocznego może polegać na powstawaniu nowych lub poszerzeniu istniejących już naczyń kolateralnych. Podkreśla się tu rolę różnych czynników wzrostu. Wśród nich wymienia się np. naczyniowy czynnik wzrostu śródbłonna (VEGF) i zasadowy czynnik fibroblastów (bFGF).

Wydaje się, że przyszłością leczenia zachowawczego chorych z PAD będzie zastosowanie tych czynników jako stymulujących rozwój krążenia obocznego [56]. Potwierdzenie rozwoju krążenia obocznego uzyskano w badaniach prowadzonych na psach i szczurach z podwiązanymi tętnicami udowymi, poddanych treningowi fizycznemu. Po roku zaobserwowano powrót przepływu krwi do wartości przepływu krwi przed ingerencją [34]. Opór dla przepływu krwi na obwodzie kończyny wymusza przepływ przez proksymalne grupy mięśni co określa się mianem proksymalnego podkradania (*proximal steal effect*) [41].

W tej sytuacji uznano, że dyskwalifikacja od pełnego treningu na bieżni w oparciu o znaczący wzrost ciśnienia w czasie jednorazowego wysiłku-testu na bieżni jest uzasadniona bowiem może wynikać zarówno z przekroczonych możliwości wydolności serca i skutkować zmianą warunków przepływu na obwodzie niedokrwnionych kończyn. W piśmiennictwie nie odszukano danych, które określają jednoznacznie jakie wartości ciśnienia i w jakiej fazie wysiłku na bieżni u osób z chromaniem winny stanowić o odstąpieniu od klasycznego treningu na bieżni. Problem ryzyka związany ze wzrostem ciśnienia tętniczego podejmują natomiast prace dotyczące sportowców, szczególnie młodych z granicznymi wartościami ciśnienia spoczynkowego. Stwierdzono, że wyraźny wzrost ciśnienia w wyniku nadmiernego wysiłku - treningu sprzyja nadciśnieniu i zagraża nagłą śmiercią sercowo - naczyniową wobec tego stanowi *memento*. Za przyczynę nadciśnienia w czasie wysiłku uznano, brak należytej redukcji oporu obwodowego w czasie wysiłku z powodu istniejących już zmian naczyń na obwodzie [37].

Poczynione obserwacje własne są zgodne z danymi piśmiennictwa. Po pierwsze u chorych z chromaniem marsz do osiągnięcia dystansu maksymalnego powoduje stały, systematyczny wzrost ciśnienia krwi. Baccelli i wsp. uważają, że wzrost ciśnienia jest proporcjonalny do stopnia zawansowania schorzenia. U niektórych chorych wzrost ciśnienia może być dramatyczny i ciśnienie skurczowe może osiągnąć nawet 300 mmHg [3,4]. Pośród analizowanych chorych nie odnotowano aż tak znaczącego wzrostu ciśnienia skurczowego. Uznaje się, że bodziec bólowy może stanowić stymulację dla wzrostu ciśnienia i CAS. Z piśmiennictwa wynika, że ciśnienie jest wyższe z chwilą kiedy chory pokonuje

maksymalny dystans w porównaniu do wyniku pomiaru ciśnienia kiedy chory sygnalizuje początek bólu [5]. W przeprowadzonych badaniach własnych potwierdzono tę obserwację.

Miażdżyca jest procesem chorobowym uogólnionym co oznacza, że u chorych z chromaniem w dużym odsetku stwierdza się zmiany miażdżycowe tętnic innych układów i narządów. Najczęściej są to zmiany w naczyniach wieńcowych serca. U chorych z chromaniem przestankowym często stwierdza się nadciśnienie. W rejestrze REACH nadciśnienie stwierdzono u 81% chorych z PAD. W badaniu Framingham nadciśnienie również zwiększało częstość występowania chromania przestankowego: 2,5 razy u mężczyzn i 4 – krotnie u kobiet, a ryzyko rosło proporcjonalnie do stopnia nadciśnienia [39]. Z piśmiennictwa wiadomo, że niedotlenienie pracujących mięśni przyczynia się do produkcji presorów w czasie izometrycznego wysiłku i jest odpowiedzialne za wzrost ciśnienia [15]. Wzrost ciśnienia tętniczego jest uznany za czynnik ryzyka miażdżycy. Zarówno wysiłek izometryczny jak i dynamiczna praca mięśni powodują zmiany rytmu serca oraz zmiany dystrybucji krwi krążącej. Zmiany te wynikają z jednoczesnego wzrostu napięcia układu sympatycznego i obniżenia parasympatycznego - wagalnego. Wyrzut serca zwiększa się w następstwie przyspieszonej akcji serca, wzrostu objętości krwi w tętnicach i zwiększonego nawrotu żylnego. Powrót żylny ulega zmianie w związku z pracą mięśni i jest nadto powodowany przemieszczeniem krwi z narządów trzewnych przez pracę pompy piersiowo-brzuszej. W czasie dużych wysiłków objętość krwi w łożysku tętniczym może zwiększać się nawet o 30%. U osób bez zmian chorobowych tętnic opór obwodowy zmniejsza się w pracujących mięśniach w wyniku rozszerzenia naczyń stąd też wysiłek powoduje umiarkowany wzrost ciśnienia skurczowego a ciśnienie rozkurczowe pozostaje bez wyraźnych zmian. Mechanizmy te są zaburzone u chorych z miażdżycą zarostową tętnic kończyn dolnych [5]. W ocenie wysiłku na bieżni u chorych z chromaniem trzeba pamiętać, że obciążenie dla serca u tych osób jest relatywnie niskie w stosunku do osób bez chromania ze względu na niemożność dalszego wysiłku z powodu bólu mięśni podudzi. Jednak u części chorych nawet takie obciążenie może spowodować niewystarczający przepływ wieńcowy bowiem

naczynia wieńcowe objęte są w różnym stopniu zaawansowanym procesem miażdżycowym.

Autorzy wielu publikacji podkreślają, że trening na bieżni powinien obejmować powtarzany bezbólony dystans. Codzienny marsz powoduje korzystne zmiany reologiczne krwi, powoduje zwiększoną odkształcalność erytrocytów, obniżenie lepkości krwi, prowadzi do zmian morfologicznych włókien mięśniowych dzięki usprawnieniu przepływu kapilarnego, zmienia percepcję bólu przez nasilone zaopatrzenie w endorfiny, prowadzi do tak zwanej ekonomizacji chodzenia i co zasadnicze wielokierunkowo zmienia metabolizm [8,36,38,40,41,50,54]. Ćwiczenia zwiększają aktywność fibrynolityczną. Po 6 miesiącach ćwiczeń stwierdzono spadek o 23% aktywności PAI-1 i wzrost o 28% aktywności [30]. Z drugiej strony, jeśli w wyniku chodzenia chory odczuwa silny ból i stwardnienie mięśni podudzia i dopiero wówczas zaprzestaje chodzenia to powoduje tym samym wysoce niekorzystne następstwa w wyniku zmian niedokrwienia/ponowne ukrwienie (*ischemia/reperfusion injury* I/RI) [28,32,50]. Po odpoczynku, w trakcie doprowadzenia krwi do niedokrwionych mięśni następuje wypłukiwanie aktywnych neutrofilów do krążenia ogólnego i uwolnienie reaktywnych form tlenu i azotu. Substancje te powodują między innymi przemianę cholesterolu w oxy-cholesterol, który jest łatwo wychwytywany przez ściany tętnic przez zmiatacz - *scavenger receptor* [22]. Tym zjawiskiem można tłumaczyć po części szybki postęp miażdżycy u chorych z chromaniem i nadumieralność z powodu zawału serca i udaru mózgu. Kierując zatem chorego do treningu marszowego należy wyważyć między korzystnym wpływem regularnego marszu na tętnice kończyn dolnych poprzez rozwój krążenia obocznego oraz pozytywne oddziaływanie treningu na inne łożyska tętnicze [31], a niekorzystnymi zjawiskami w następstwie powtarzanych okresów niedokrwienia i ponownego ukrwienia [10, 16, 35]. W powszechnym przekonaniu lekarzy praktyków chodzenie sprzyja rozwojowi krążenia obocznego. Stanowisko *American Heart Association* nie potwierdza jednoznacznie ewidentnego wpływu ćwiczeń fizycznych na rozwój krążenia obocznego u chorych z chromaniem. Podkreśla się, że zwiększony miejscowy przepływ tętniczy krwi odpowiada za wzrost obciążenia naczynia siłami ścinającymi i stanowi czynnik wpływający na reaktywność śródbłonna

naczyniowego. Siły ścinające mogą stymulować ścianę naczynia do uwalniania czynników wzrostu, czego dalszym wynikiem może być zwiększenie przekroju naczyń kolateralnych. Sugeruje się, że u podłoża tego zjawiska może leżeć zwiększenie syntezy NO [34]. W piśmiennictwie są również dane dokumentujące, iż uzupełnienie ćwiczeń na bieżni o takie leki jak fumaran bencyklanu czy też suplementacja L - arginina (pośrednio NO), a także pentoksyfilią pozwalają na uzyskanie większego wydłużenia dystansu niż sam trening na bieżni [11,21,33] Stwierdzono również, że podanie dożylnie prostaglandyny E1 (PGE1) przed każdą sesją ćwiczeń na bieżni sprzyja wydłużeniu dystansu podobnie jak wydłuża dystans propionilo – L karnityna (PLC) [44]. Nie potwierdzono natomiast takiego korzystnego wpływu Ginko biloba [52].

W Tabeli 4 zestawiono wyniki pomiarów ciśnień w poszczególnych etapach testu wysiłkowego na bieżni u pięciu chorych zdyskwalifikowanych od pełnego treningu na bieżni. W Tabeli 5 przedstawiono dane chorego, u którego stwierdzono przekroczenie należnej, maksymalnej częstości akcji serca dla wieku (220-wiek) już w momencie początku bólu łydek, co również przesądziło o odstąpieniu u niego od pełnego treningu marszowego na bieżni. Optymalne warunki dla trenowania układu sercowo – naczyniowego określa tzw. strefa sprawności fizycznej -definiowana jako 50-75% maksymalnej CAS i taki zakres uważa się za docelową czynność serca. Zwiększenie CAS powyżej górnej granicy strefy sprawności może stanowić ryzykowne obciążenie mięśnia sercowego [12]. Nadto stwierdzono, że u chorego (nr 23) odnotowano jednocześnie w czasie testu wysiłkowego na bieżni - już w momencie początku bólu mięśni kończyn dolnych - obniżki odcinka ST do (-1,0 mm) co świadczy o niedokrwieniu mięśnia serca i przemawia za tym, iż istnieje możliwość istotnych zmian w naczyniach wieńcowych. Próbę oceniono jako elektrokardiograficznie dodatnią a klinicznie ujemną ponieważ nie wystąpiły bóle stenokardialne [14]. Stwierdzono również przekroczenie limitu ciśnienia u tego chorego (Tab. 6). Próby ergometryczne są szeroko stosowane w celu oceny tolerancji wysiłku, a także wykrywania niedokrwienia mięśnia sercowego. Ujawnienie się niedokrwienia mięśnia sercowego może być związane ze mianami elektrokardiograficznymi, których nie stwierdzono u chorego w spoczynku [29].

I tak u jednego chorego (nr19) (Tab. 7) odnotowano obniżki odcina ST do (-1,0mm) tuż po osiągnięciu dystansu maksymalnego na bieżni. Przemawia to za niedokrwieniem mięśnia serca i możliwością istnienia istotnych zmian w naczyniach wieńcowych. Test marszowy uznano za elektrokardiograficznie dodatni a klinicznie ujemne gdyż bóle stenokardialne nie pojawiły się. Interpretacja zapisu EKG u tego chorego pozwala stwierdzić, iż wysiłki marszowe powinny w tym przypadku odbywać się poniżej progu maksymalnego dystansu chromania a najlepiej do początku bólu aby nie stwarzać ryzyka nadmiernego obciążenia mięśnia sercowego. Nadto chory został również zdyskwalifikowany ze względu na wzrost ciśnienia w początku bólu łydek. Ryzyko wynikające z obecności miażdżycy tętnic kończyn dolnych jest wyjątkowo zaznaczone u osób z chorobą wieńcową. U osób z PAD częściej stwierdza się w koronarografii zwężenia pnia lewej tętnicy wieńcowej i chorobę wielonaczyniową [39]. Reasumując: 5 chorych zdyskwalifikowano z powodu zwyżek ciśnienia, w tym jedną osobę z powodu jednoczesnych obniżek ST i wzrostu ciśnienia oraz jedną z powodu przekroczenia należyj maksymalnej częstości akcji serca w momencie początku bólu niedokrwionych mięśni kończyn dolnych. Odsetek zdyskwalifikowanych chorych w oparciu o jednorazową ocenę wysiłku na bieżni wynosi zatem 17% ( 6/35 ).

W świetle obecnych zaleceń TASC II zwiększono wysiłek na bieżni i chorzy pokonują pewien odcinek z bólem łydek. Czy jest to z korzyścią dla chorego w świetle przytoczonych danych o szkodach wywołanych przerywanymi epizodami niedokrwienie/ponowne ukrwienie - wymaga kolejnych badań, dokładnej oceny zarówno metabolizmu jak i zmian ogólnoustrojowych. Z badań niektórych autorów wynika, że powtarzane wysiłki stanowiące 40% oraz 80% wysiłku maksymalnego dają porównywalne wydłużenie chromania przestankowego (odpowiednio dystansu bezbólowego 109% vs 109%, a dystansu maksymalnego 61% vs 63%) jednak pod warunkiem dłuższego treningu w grupie z mniej intensywnym treningiem (40%) tak aby zrównać całościowy bilans wysiłków obu grup [18]. Na przeciwnym biegunie są prace dokumentujące, że intensywny trening ogranicza systemową odpowiedź zapalną. Oceniano chorych ćwiczących do maksymalnego dystansu na bieżni, którzy nadto codziennie w domu prowadzili ćwicze-

nia statyczne powodujące bóle porównywalne z chromaniem. Po tak prowadzonych treningach uzyskano znamienne wydłużenie zarówno dystansu bezbólowego jak i dystansu maksymalnego a jednocześnie wykazano zmniejszenie systemowej reakcji zapalnej. Stwierdzono bowiem ograniczenie degranulacji neutrofilów na podstawie obniżenia stężenia elastazy, zmniejszenie peroksydacji lipidów (zmniejszenie stężenia aldehydu dwugalonowego - MDA) i wzrost całkowitej aktywności antyoksydacyjnej w pomiarze wykonanym bezpośrednio po maksymalnym wysiłku [50,17]. Trening wzmacnia siłę mięśni podudzi [51]. Wykazano, że trening intensywny bardziej niż mniej intensywny wpływa na wzrost pojemności oksydacyjnej mitochondriów i pojemność dyfuzyjną mięśni szkieletowych [46].

Wobec tak zróżnicowanych poglądów wydaje się, że racjonalnym rozwiązaniem jest program ćwiczeń dostosowany każdorazowo do możliwości fizycznych i psychicznych chorego. Również czasokres ćwiczeń jest zróżnicowany a najdłuższe programy obejmują okres 12 miesięcy [13]. Należy pamiętać, że około 75% chorych z chromaniem ma ustabilizowany dystans chromania przez wiele lat [25]. Można zatem domniemywać, że u części chorych z chromaniem jednocześnie obarczonych innymi powikłaniami miażdżycy, mniej intensywny reżim ćwiczeń domowych może być optymalnym postępowaniem. Zaletą ćwiczeń domowych jest możliwość indywidualizacji wysiłku a minusem zaprzestanie ćwiczeń u mniej zdyscyplinowanych chorych. Przy wykorzystaniu nienadzorowanych form ćwiczeń marszowych zasadą musi być ustalenie w szpitalu/poradni naczyniowej proggu bólowego ćwiczeń (*the pain threshold*) i omówienie czynności, które wg ustalonego programu chory winien wielokrotnie powtarzać. [9, 58, 59] Jak pokazują wyniki badań nie wystarczy zalecić chorym aby „dużo chodził” albo aby „spacerował 3-5 km dziennie”. Całkowity dystans składać się powinien bowiem na powtarzane w seriach obciążenia marszowe, najbezpieczniej do początku bólu mięśni kończyn dolnych, po których następuje odpoczynek, czyli chory powinien spacerować dużo, ale bez forsowania nóg [47]. W Polsce w odróżnieniu od krajów zachodnich prowadzenie nadzorowanego treningu marszowego na bieżni u chorych z PAD nie jest ujęte jako procedura i nie jest finansowane. A zatem

niezwykle istotne jest aby chory z PAD rozumiał celowość wykonywanych ćwiczeń marszowych i umiejętnie wprowadzał je w codzienny trening.

Ocena tolerancji jednorazowego wysiłku na bieżni u chorych z chromaniem przestankowym jest postępowaniem wartościowym i przydatnym w kwalifikacji chorych do treningu marszowego. W świetle nowych zaleceń TASC II wykonanie szczegółowego diagnostycznego testu marszowego z pomiarami ciśnienia, częstości akcji serca i zapisem EKG w czasie i bezpośrednio po marszu u chorych z chromaniem w kwalifikacji do treningu marszowego na bieżni pozwala wykluczyć chorych niezdolnych do podjęcia pełnego, wielotygodniowego treningu ze względu na potencjalne zwiększone ryzyko powikłań sercowo – naczyniowych. Na podstawie wywiadów lekarskich i badania przedmiotowego często trudno ustalić stan zaawansowania choroby naczyniowej u pacjentów [49]. Za pomocą testu marszowego na ruchomej bieżni, z wykorzystaniem aparatu Dopplera i swingomanometru do pomiaru CTK można uzyskać obiektywne wyniki odzwierciedlające warunki hemodynamiczne układu tętniczego kończyn dolnych. Ocena spoczynkowego i powysiłkowego WKR pozwala rzetelnie ocenić stopień ukrwienia kończyny a dodatkowo obniżony WKR obrazuje ryzyko wystąpienia epizodów sercowo- naczyniowych.

## **Wnioski**

Na podstawie diagnostycznego testu marszowego stwierdzono, że w obrębie badanej grupy 17% chorych z chromaniem przestankowym nie kwalifikuje się do klasycznego treningu marszowego na bieżni, a zatem przed podjęciem treningu marszowego na bieżni u chorych z chromaniem należy wykonać diagnostyczny test marszowy z pomiarami ciśnienia, częstości akcji serca i zapisem EKG w czasie i bezpośrednio po marszu.

Po wysiłku na bieżni dochodzi do obniżki WKR zarówno u chorych zakwalifikowanych jak i zdyskwalifikowanych z treningu marszowego na bieżni, co przemawia za istnieniem hemodynamicznej istotnej przeszkody w napływie krwi tętniczej do kończyny dolnej i dużym ryzyku powikłań sercowo-naczyniowych.



## Piśmiennictwo

1. Amundsen B.H., Wisloff U., Slerdahl S.A.: Exercise training in cardiovascular diseases *Tidsskr Nor Laegeforen* 2007; 15: 446-448
2. Andreozzi G.M., Leone A., Laudani R., Deinite G., Martini R.: Acute impairment of the endothelial function by maximal treadmill training in patients with intermittent claudication, and its improvement after supervised physical training *Int Angiol* 2007; 26: 12-17
3. Baccelli G., Reggiani P., Mattioli A., Corbellini E., Garducci S., Catalano M., Omboni S.: Hemodynamic changes in the lower limbs during treadmill walking in normal subjects and in patients with arteriosclerosis obliterans *Angiology* 1997; 48: 795-803
4. Baccelli G., Reggiani P., Mattioli A., Corbellini E., Garducci S., Catalano M.: The exercise pressor reflex and changes in radial pressure and heart rate during walking in patients with arteriosclerosis obliterans *Angiology* 1999; 50: 361-374
5. Bakke E.F., Hisdal J., Jorgensen J.J., Kroese A., Strandén E.: Blood Pressure in Patients with Intermittent Claudication Increases Continuously During Walking *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2007; 33: 20-25
6. Bartelink M.L., Stoffers H.E. J.H., Biesheuvel C. J., Hoes A. W.: Walking exercise in patients with intermittent claudication. Experience in routine clinical practice *Br J Gen Pract* 2004; 54: 196-200
7. Brzostek T., Mika P., Bromboszcz J.: Miażdżyca tętnic kończyn dolnych-patofizjologia, klinika, leczenie i rehabilitacja *Rehabilitacja Medyczna* 2004; 8: 38-50
8. Brzostek T.: Stosowanie ćwiczeń fizycznych w rehabilitacji chorych z miażdżycą tętnic kończyn dolnych. W: *Rehabilitacja kardiologiczna*. Red. J. Bromboszcz, Elipsa-Jaim s.c., Kraków, 2005
9. Bulmer A.C., Coombes J.S.: Optimising exercise training in peripheral arterial disease *Sports Med* 2004; 34: 983-1003
10. Cencora A.: Chromanie przestankowe: objaw czy czynnik ryzyka? *Pol Przegl Chir* 1995; 67: 875-884
11. Cencora A.: Czy codzienne spacerowanie mogą zastąpić trening na bieżni u chorych z chromaniem przestankowym? Czy fumaran benzyklanu lub nikotynian ksantylolu zmieniają wyniki

- takiego postępowania. Badanie otwarte, randomizowane, prospektywne, porównawcze, jednośrodkowe *Acta Angiologia* 2004; 10: 39-45
12. Colley D.: Ćwiczenia fizyczne i sprawność fizyczna. W: *Twoje serce – nowoczesny poradnik dla pacjentów i lekarzy*. Teksański Instytut Kardiologii Red. D. Colley, Amber, Warszawa, 2000; 31-38
  13. Crowther R.G., Spinks W.L., Leicht A.S., Sangla K., Quigley F., Gollidge M.A., Effects of a long term exercise program on lower limb mobility, physiological responses , walking performance , and physical activity levels in patients with peripheral arterial disease *J Vasc Surg* 2008; 47: 303-309
  14. Dąbrowska B.: Zasady standaryzacji i interpretacji elektrokardiogramu według American Heart Association, American College of Cardiology i Heart Rhythm Society 2007 i 2009 *Medycyna Praktyczna* 2009; 7-8: 61-74
  15. Dormandy J., Mahir M., Ascady G., Balsano F, De Leeuw P.: The fate of the patient with chronic limb ischemia *J Cardiovasc Surg* 1989; 30: 50-57
  16. Drożdż W.: Komentarz do rozdziału: W Witkiewicz : Rehabilitacja w chorobach naczyń krwionośnych. W: *Chirurgia tętnic i żył obwodowych*. Red. W. Noszczyk, PZWL, Warszawa, 866-868
  17. Drożdż W., Lejman W.: Znaczenie zespołu „niedokrwienie-reperfuzja” w patomechanizmie miażdżycowego niedokrwienia kończyn dolnych. *Pol Przegl Chirur* 2005; 77: 869-889
  18. Gardner A.W, Montgomery PS, Flinn WR, Katzel LI: The effect of exercise intensity on the response to exercise rehabilitation in patients with intermittent claudication *J Vasc Surg* 2005; 42: 702-709
  19. Hiat WR., Brass E. P.: Chromanie przestankowe patofizjologia. W: *Choroby naczyń*. Red. M. A. Creager, Wydawnictwo Czelej, Lublin 2008; 276-292
  20. Inter-Society Consensus for the management of Peripheral Arterial Disease (TASC II) . *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2007; 33: S25-S32
  21. Jawień A., Grzela T., Ciecierski M., Piotrowicz R., Szotkiewicz A., Migdalski A.: Ocena skuteczności leczenia chorych z chro-

- maniem przestankowym za pomocą pentoksyfiliny lub pentoksyfiliny i buflomedilu. Badanie randomizowane, otwarte, jednoosrodkowe *Acta Angiol* 2003; 3: 109-122
22. Jawień J., Jawień M.: Patofizjologia miażdżycy na podstawie doświadczeń przeprowadzonych na myszach apoE-knockout i ich zastosowanie w badaniach nowych substancji przeciwmiażdżycowych *Acta Angiol* 2009; 1: 1-9
  23. Jawień A., Migdalski A.: Wartość kliniczna wskaźnika kostka-ramię. *Pielęgniarstwo Chirurgiczne i Angiologiczne* 2007; 2: 81-86
  24. Jelnes R., Gaardsting O., Jensen KH., Baekgaard N., Tonnesen KH.: Fate in intermittent claudication : outcome and risk factors *Br Med J* 1986; 293: 1137-1140
  25. Jensen M.D., Nerager C.B., Lindholt J.S.: Intermittent claudication *Ugeskr Laeger* 2006; 168: 43-46
  26. Juszkat R., Jawień A.A., Migda M., Pawlaczyk K., Nowak P., Oszkiniś G., Pukacki F., Stanisławski R., Majewski W.: Ultrasonograficzna ocena parametrów hemodynamicznych krążenia obocznego u chorych z niedrożną tętnicą udową powierzchowną *Acta Angiol* 2009; 2: 50-60
  27. Kęsek J.: Podstawy diagnostyki. W: Jak sobie radzić z chorobami tętnic? Zubelewicz T. (red). *Via Medica*, Gdańsk 2009; 33-40
  28. Khaira H.S., Nash G.B., Bahra P.S., Sanghera K., Gosling P., Crow A.J., Shearman C.P.: Thromboxane and Neutrophil Changes Following Intermittent Claudication Suggest Ischemia Reperfusion Injury *Eur J Vasc Endovasc Surg* 1995; 10: 31-35
  29. Kośmicki M.: Badania ergometryczne w diagnostyce choroby wieńcowej. *Kardiologia oparta na faktach*. 2010; 3: 229-248
  30. Killewich L.A., Macko R.F., Montgomery P.S., Wiley L.A., Gardnem A.W.: Excercise training enhances endogenous fibrinolysis in peripheral arterial disease *J Vasc Surg* 2004; 40: 741-745
  31. Łyczakowski T., Synowiec T., Chęciński P., Micker M.: Prze-wlekle niedokrwienie kończyn dolnych. W: *Choroby naczyń*. Red P. Chęciński. Termedia Wydawnictwo Medyczne, Poznań, 2006; 15-34

32. Matsushita M., Nishikimi N., Samurai T., Yano T., Nimura Y.: Urinary Microalbumin as a Marker for Intermittent Claudication *J Vasc Endovasc Surg* 1996; 11: 421-424
33. Micker M., Krauss H., Ast J., Chęciński P., Jabłecka A.: Wpływ doustnej suplementacji L-argininy na chromanie przestankowe u chorych z miażdżycowym niedokrwieniem kończyn dolnych *Acta Angiol* 2007; 13 :1-14
34. Mika P., Spodaryk K., Cencora A.: Zmiany dystansu marszu i przepływu tętniczego w kończynach dolnych podczas treningu marszowego u pacjentów z chromaniem przestankowym *Rehabilitacja Medyczna* 2005; 9: 9-15
35. Mika P., Spodaryk K., Cencora A., Unnithan V.B., Mika A.: Experimental model of pain free treadmill training in patients with claudication *Am J Phys Med Rehabil* 2005; 84: 756-762
36. Mika P., Spodaryk K., Cencora A., Mika A.: Red Blood Cell Deformability in Patients With Claudication After Pain –free Treadmill Training *Clin J Sport Med* 2006; 16: 335-340
37. Palatini P.: Exaggerated blood pressure response to exercise: pathophysiologic mechanism and clinical relevance *J Sport Med Phys Fitness* 1988; 38 : 12-19
38. Partyka Ł., Hartwich J., Drożdż W., Gruca A., Jopek R., Karcz D., Dembińska A.: Zmiany w parametrach stresu oksydacyjnego i mechanizmów antyoksydacyjnych u chorych z miażdżycą naczyń obwodowych poddanych leczeniu chirurgicznemu i zachowawczemu *Acta Angiol* 2001; 1/2: 29-41
39. Pasierski T., Ciostek P., Olczyk S.: Choroby naczyń obwodowych – o czym powinien wiedzieć kardiolog. *Kardiologia po dyplomie* 2006; 4: 10-21
40. Regensteiner JG., Steiner JF., Hiatt WR.: Exercise training improves functional status in patients with peripheral arterial disease *J Vasc Surg* 1996; 23: 104-115
41. Remijnse-Tamerius HCM., Duprez D., De Buyzere M., Oeseburg B., Clement DL.: Why is training effective in the treatment of patients with intermittent claudication. *International Angiology*, 1999; 18:103-112
42. Reunanen A., Takkunen H., Aromaa A.: Prevalence of intermittent claudication and its effects on mortality. *Acta Med Scand* 1982; 211: 249-256

43. Robeer G.G., Brandsma J.W., van den Heuvel S.P., Smit B., Oostendorp R.A. Wittens C.H.: Exercise therapy for intermittent claudication : a review of the quality of randomised clinical trials and evaluation of predictive factors *Eur J Vasc Endovasc Surg* 1998; 15 :36-43
44. Rossini D., Bulckaen M., Di Marco S., Giovannetti R. Giuntoli E., Lacopetti L., Vergoni W.: Rehabilitation program in patients with moderate to severe intermittent claudication : immediate results and one year follow up *Monaldi Arch Chest Dis* 2007; 68: 110-114
45. Schmidt- Schonbein G.W., Capillary plugging by granulocytes and the no reflow phenomenon in microcirculation. *Fed Proc* 1987; 46: 2397-2401
46. Siordahl S.A., Wang E., Hoff J., Kemi O.J., Amundsen B.H., Helgerud J.: Effective training for patients with intermittent claudication *Scand Cardiovasc J* 2005; 39: 244-249
47. Spannbauer A., Jaworek J., Mika P., Chwała M., Danek J., Zając K.: Czy chorzy z chromaniem przestankowym znają zasady leczenia treningiem marszowym? *Pielęgniarstwo Chirurgiczne i Angiologiczne* 2010; 3:159-164
48. Spannbauer A., Jaworek J., Mika P., Chwała M., Zając K., Danek J.: Pomiar wskaźnika kostka-ramię i dystansu chromania u chorych z miażdżycowym niedokrwieniem kończyn dolnych- zadanie nie tylko dla pielęgniarki chirurgicznej. *Pielęgniarstwo Chirurgiczne i Angiologiczne* 2011: 2: 88-92
49. Sutkowska E., Dąbrowska G., Dziubek V., Wysokiński W: Próba wysiłkowa na bieżni w ocenianiu wydolności marszowej pacjentów z przewlekłym niedokrwieniem kończyn dolnych. *Polskie Archiwum Medycyny Wewnętrznej.* 2001;6: 525-530
50. Turton EPL., Spark JI., Mercer KG., Berridge DC., Kent PJ., Kester RC., Scott DJA.:Exercise induced neutrophil activation in claudicants: a physiological or pathological response to exhaustive exercise? *Eur J Vasc Endovasc Surg* 1998; 16: 192-196
51. Wang J., Zhou S., Bronks R., Graham J., Myers S.: Effects of supervised treadmill walking training on strength and endurance of calf muscles of individuals with peripheral arterial disease *Clin Sport Med* 2006; 16: 397-400

52. Wang J., Zhou S., Bronks R., Graham J., Myers S.: Supervised exercise training combined with ginkgo biloba treatment for patients with peripheral arterial disease *Clin Rehabil* 2007; 21: 579-586
53. Wind J., Koelemay M.: Exercise Therapy and the Additional Effect of Supervision on Exercise Therapy in Patients with Intermittent Claudication. Systemic Review of Randomised Controlled Trials *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2007; 34: 1-9
54. Witkiewicz W.: Rehabilitacja w chorobach naczyń krwionośnych. W: *Chirurgia tętnic i żył obwodowych*. Red. W. Noszczyk, PZWL, Warszawa, 858-866
55. Woźniewski M., Szyber P., Dąbrowska G.: Rehabilitacja w angiochirurgii. W: *Rehabilitacja w chirurgii* Red. M. Woźniewski, J. Kołodziej, PZWL, Warszawa, 2006; 133-153
56. Zdrojowy K., Sapien Raczkowska B., Adamiec R.: Przewlekłe niedokrwienie kończyn dolnych – element obrazu klinicznego miażdżycy tętnic – aktualne zalecenia. *Pol Merk Lek* 2010; 28(63): 71-74
57. Zubilewicz T., Durakiewicz M.: Choroby tętnic – rys historyczny. W: *Jak sobie radzić z chorobami tętnic?* Red. T. Zubilewicz, Via Medica, Gdańsk, 2009; 2-11
58. Zwierska I., Nawaz S., Walker R.D., Wood R.F., Pockley A.G., Santon J.M.: Treadmill versus shuttle walk test of walking ability in intermittent claudication *Med Sports Exerc* 2004; 36: 1835-1840
59. Zwierska I., Walker R.D., Choksy S.A., Male J.S., Pockley A.G., Saxton J.M.: Upper vs lower limb aerobic exercise rehabilitation in patients with symptomatic peripheral disease: a randomized controlled study *J Vasc Surg* 2005; 42: 1122-1130