

Barbara Harazin

PORÓWNANIE CZASU ODNOWY W CZYNNOŚCIOWEJ PRÓBIE TERMICZNEJ STOSOWANEJ W DIAGNOSTYCE ZESPOŁU WIBRACYJNEGO WEDŁUG ZALECEŃ KRAJOWYCH I NORMY ISO 14835-1

COMPARISON OF RECOVERY TIME IN A COLD PROVOCATION TEST PERFORMED ACCORDING TO POLISH REQUIREMENTS AND ISO 14835-1 STANDARD

Śląski Uniwersytet Medyczny, Katowice
Zakład Ochrony Zdrowia w Środowisku Pracy, Wydział Zdrowia Publicznego

STRESZCZENIE

Wstęp: Czynnościowa próba termiczna jest stosowana do oceny stanu obwodowego układu naczyniowego kończyn górnych pracowników narażonych na miejscowe drgania mechaniczne. Ilościowa ocena reakcji naczyniowej na prowokację chłodem jest określana za pomocą pomiarów temperatury skóry palców rąk. W badaniach zastosowano dwa sposoby oziębiania rąk celem oceny wpływu temperatury wody i okresu chłodzenia na czas odnowy u osób o akropoikilotermicznym typie termoregulacji obwodowej. **Materiał i metody:** W badaniach wykonano dwa testy czynnościowej próby termicznej. W jednym z nich stosowano oziębianie obu rąk przez 10 minut w wodzie o temperaturze 14°C (krajowe wytyczne), a w drugim odpowiednio oziębiano ręce przez 5 minut w wodzie o temperaturze 12°C (norma ISO 14835-1:2004). W każdym teście uczestniczyło po 20 młodych (22–24 lata) i zdrowych osób. Temperaturę skóry mierzono na wszystkich palcach obu rąk przed oziębianiem i po nim. **Wyniki:** Średni czas odnowy w czynnościowej próbie termicznej był znacznie dłuższy w grupie badanej według zaleceń normy ISO 14835-1:2004 w porównaniu do grupy badanej według wytycznych krajowych. **Wnioski:** Parametry oziębiania stosowane w czynnościowej próbie termicznej mają istotny wpływ na czas odnowy u akropoikilotermyków. Med. Pr. 2010;61(4):413–417

Słowa kluczowe: czynnościowa próba termiczna, czas odnowy, akropoikilotermycy

ABSTRACT

Background: A cold provocation test is used to assess the presence and extent of the peripheral vascular disorders in the upper extremities of workers exposed to hand-arm vibration. A quantitative evaluation of vascular response to cold provocation is determined by measuring the finger skin temperature. In the study two methods of cold exposure were used to assess the effect of water temperature and immersion duration on recovery time in subjects with the acropoikilothermic thermoregulation. **Material and Methods:** In the study two cold provocation tests were performed. One test consisted of a 10 min immersion of both hands in cold water at 14°C (Polish requirements) and the second one adequately, of a 5 min immersion in cold water at 12°C (ISO 14835-1:2004 standard). Twenty young (aged 22–24 years) and healthy subjects took part in each test. Finger skin temperature was measured on all fingers of both hands before and after immersion. **Results:** The mean recovery time of the cold provocation test was longer in the group examined by ISO 14835-1:2004 standard requirements than in the group examined by the method used in Poland. **Conclusions:** Immersion parameters used in the cold provocation test performed in acropoikilotherms have a significant effect on recovery time. Med Pr 2010;61(4):413–417

Key words: cold provocation test, recovery time, acropoikilothermic thermoregulation

Adres autorki: Zakład Ochrony Zdrowia w Środowisku Pracy, Wydział Zdrowia Publicznego, Śląski Uniwersytet Medyczny, ul. Medyków 18, 40-752 Katowice, e-mail: bharazin@sum.edu.pl
Nadesłano: 19 listopada 2010
Zatwierdzono: 27 listopada 2010

WSTĘP

Zaburzenia krążenia obwodowego w kończynach górnych mogą być wywołane wieloma czynnikami, w tym zawodową ekspozycją na miejscowe drgania mechaniczne (1). W poradniach medycyny pracy ocenia się dysfunkcję naczyń obwodowych między innymi na pod-

stawie wyników tzw. czynnościowej próby termicznej. W próbie tej porównuje się wyjściowe wyniki temperatury skóry palców z wynikami uzyskanymi z zastosowaniem prowokacji zimnem (2). Temperatura skóry palców rąk wiąże się bowiem bezpośrednio z przepływem krwi w dystalnych odcinkach kończyn i odzwierciedla jej rozkład na trzech poziomach naczyń, tj. w naczyniach

włosowatych, tętniczkach i tętnicach. Prowokacja zimnem pozwala na ujawnienie początkowych zaburzeń reaktywności drobnych naczyń obwodowych, które są tym wyraźniejsze, im niższa jest stosowana temperatura chłodzenia rąk. Wielkość reakcji naczynioruchowych, wyrażana wartością temperatury skóry palców, może być oceniana podczas oziębiania rąk i/lub w czasie odnowy w porównaniu do wartości wyjściowej (3).

Czynnościowa próba termiczna jest w wielu krajach powszechnie stosowaną metodą diagnostyczną obwodowego układu naczyniowego u pracowników ekspozowanych na mechaniczne drgania miejscowe generowane przez ręczne narzędzia wibracyjne. Stosowane parametry bodźca termicznego, tj. jego temperatura i czas działania, a także procedury badań testowych są jednak zróżnicowane (3–5). W Polsce przykładowo stosuje się chłodzenie rąk przez 10 minut w temperaturze 10°C lub 14°C, a rejestracja temperatury skóry palców rąk wykonywana jest przed chłodzeniem rąk i po oziębieniu podczas odnowy (2).

Wykorzystanie czynnościowej próby termicznej jako metody diagnostycznej wczesnych zaburzeń obwodowego układu naczyniowego kończyn górnych, występujących w naczyniowej postaci zespołu wibracyjnego, wymagało ujednoczenia metod i procedur pomiarowych. Zadanie to zostało podjęte przez Międzynarodową Organizację Normalizacyjną ISO i zaowocowało opracowaniem w 2004 r. normy ISO 14835-1. Określa ona sposoby pomiaru temperatury skóry palców (6). W normie tej zaleca się chłodzenie rąk w temperaturze 12°C przez 5 minut.

Wyniki czynnościowej próby termicznej mogą zależeć od wyjściowej temperatury skóry palców, dlatego w porównawczych badaniach należy uwzględnić występowanie wśród osób zdrowych trzech typów termoregulacji obwodowej, tj.:

- akrohomoiotermicznej — o temperaturze skóry palców 27°–34°C (średnio 31°C),
- akropoikilothermicznej — o niskiej temperaturze skóry palców rąk: 18–27°C (średnio 20°C),

- akroamfitermicznej — o naprzemiennie zmieniających temperaturach skóry palców rejestrowanych w kolejnych badaniach, a charakterystycznych dla akrohomoiotermików i akropoikilothermików (7).

Celem pracy było sprawdzenie, czy istnieje różnica w czasach odnowy w czynnościowej próbie termicznej u akropoikilothermików wykonanej metodą zalecaną w normie ISO oraz metodą stosowaną w krajowych jednostkach medycyny pracy.

MATERIAŁ I METODY

Badane osoby

W badaniach brały udział nieodpłatnie dwie grupy młodych i zdrowych wolontariuszy — każda licząca po 20 osób, w tym w każdej uczestniczyło 16 kobiet i 4 mężczyzn. Badani nie byli narażeni na drgania mechaniczne. Studiowali w trybie stacjonarnym na tym samym kierunku i roku w jednym z uniwersytetów śląskich.

Badane osoby zostały zakwalifikowane do badań palestezjometrycznych na podstawie wywiadu internistycznego oraz wybranych badań stanu przedmiotowego kończyn górnych. Do badań wybierano osoby o poikilothermicznym typie termoregulacji obwodowej, które w wywiadzie podawały, że mają zazwyczaj chłodne ręce, a ich średnia temperatura skóry palców nie była wyższa niż 27°C. W obu grupach zachowano zbliżony wiek i proporcję płci.

Grupa I była badana według metody normy ISO 14835-1, a grupa II według wytycznych krajowych. Wiek, wzrost, masę ciała, wartości wskaźnika BMI oraz średnią temperaturę skóry palców rąk wraz z odchyleniem standardowym prezentuje tabela 1.

Procedura pomiarowa

Badane osoby przebywały minimum 30 minut w pomieszczeniu laboratoryjnym przed rozpoczęciem badań. W pomieszczeniu tym utrzymywano stałą temperaturę powietrza, mierzoną na poziomie podłogi,

Tabela 1. Charakterystyka badanych osób ($\bar{x}\pm\text{SD}$) ($n = 40$)
Table 1. Characteristics of the study subjects ($\bar{x}\pm\text{SD}$) ($n = 40$)

Grupa Group	Wiek [w latach] Age [years]	Wzrost Height [m]	Masa Weight [kg]	BMI [kg/m ²]	Temperatura skóry palców rąk Finger skin temperature [°C]
I	23,2±0,7	1,70±0,07	59,9±9,7	20,6±2,0	25,2±1,8
II	23,5±0,8	1,70±0,09	58,1±10,5	20,0±2,2	25,2±1,9

BMI — wskaźnik masy ciała / body mass index.

wynoszącą $21 \pm 1^\circ\text{C}$. Badania wykonano o tej samej porze roku (jesień).

Przed prowokacją zimnem w czynnościowej próbie termicznej badani mieli zmierzoną temperaturę skóry grzbietowych powierzchni paliczków paznokciowych na pięciu palcach obu rąk. Temperaturę skóry na dystalnych palcach palców mierzono bezdotykowym elektronicznym termometrem firmy Ahlborn (Niemcy).

Podczas termicznej próby czynnościowej badani, siedząc w komfortowej pozycji, zanurzali obie dłonie w chłodnej wodzie w plastikowym kwadratowym naczyniu, nie dotykając jego krawędzi. Po wyjęciu rąk z wody i szybkim osuszeniu papierowym ręcznikiem wykonano pomiary ciepłoty wszystkich palców rąk w pierwszej minucie oraz co 5 minut do uzyskania wyjściowych wartości temperatury.

Osoby przydzielone do I grupy miały chłodzone ręce przez 5 minut w wodzie o temperaturze 12°C zgodnie z zaleceniami normy ISO 14835-1: 2004. Osoby z II grupy miały chłodzone ręce według zaleceń krajowych, tj. w wodzie o temperaturze 14°C przez 10 minut.

Do oceny różnic czasu odnowy między dwiema grupami badanych zastosowano test nieparametryczny U Manna-Whitneya.

WYNIKI

Średni czas odnowy badanych z grupy pierwszej wynosił 29,5 minut i był dłuższy o 8 minut w porównaniu do badanych z grupy II (tab. 2). Zgodnie z interpretacją wyników czynnościowej próby termicznej (2) prawidłowy okres odnowy, tj. powrót temperatury skóry palców do stanu wyjściowego po 10 minutach, miał miejsce u jednej osoby z grupy I i czterech osób z grupy II. Wydłużenie okresu odnowy, tj. uzyskanie wartości wyjściowych temperatury między 11. a 20. minutą, zaobserwowano u 7 osób z grupy I i 8 osób z grupy II, przy czym w 15. minucie odnosiło się to tylko do 2 osób z grupy I i odpowiednio do 6 osób z grupy II. Brak odnowy, tzn. brak powrotu do temperatury wyjściowej skóry palców rąk powyżej 20 minut, odnotowano u 12 osób z grupy I i odpowiednio u 8 osób z grupy II.

Wartość statystyki U Manna-Whitneya wynosi 122,5 i jest mniejsza od wartości krytycznej dla tego testu (tj. od 127), co świadczy o istotnej różnicy czasu odnowy między grupami przy założonym poziomie istotności $p < 0,05$ (tab. 3). Przybliżony normalny rozkład statystyki U pozwala na stwierdzenie,

Tabela 2. Wyniki pomiarów czasu odnowy w czynnościowej próbie termicznej
Table 2. Results of recovery time measurements in the cold provocation test

Grupa Group	Liczba badanych vs czas odnowy w minutach Distribution of subjects vs. recovery time [min]								Średni czas odnowy \pm SD Mean recovery time \pm SD [min]
	10	15	20	25	30	35	40	≥ 50	
I	1	2	5	2	3	2	1	4	29,5 \pm 12,9
II	4	6	2	2	4	0	1	1	21,5 \pm 10,9
Razem / Total	5	8	7	4	7	2	2	5	25,5 \pm 12,4

SD — odchylenie standardowe / standard deviation.

Tabela 3. Różnica czasu odnowy między dwiema metodami czynnościowej próby termicznej. Test U (Manna-Whitneya)
Table 3. Assessment of differences in recovery time between two methods of the cold provocation test. The Mann-Whitney U test

Grupa Group		Test U	Z	p	Z_p	P_p
grupa I group I	grupa II group II					
487,5	332,5	122,5	2,0964	0,0360	2,1212	0,0339

Test U — statystyka Manna-Whitneya / the Mann-Whitney U test statistics.

Z — wartość standaryzowana rozkładu normalnego / standard normal distribution.

p — poziom istotności / significance level.

Z_p — poprawka dla przybliżenia normalnego rozkładu / correction for approximation to the normal distribution U.

P_p — poziom istotności po poprawce / significance level after correction.

że statystycznie znamienne różnice czasu odnowy między grupami występują przy poziomie istotności wynoszącym 0,0339.

OMÓWIENIE

W Polsce na wibracje miejscowe, przekraczające dopuszczalne wartości, narażonych jest ponad 17 tys. pracowników (8). W samym leśnictwie jest zatrudnionych około 14 tys. pilarzy posługujących się przy wyrębie i obróbce drewna ręcznymi pilarkami spalinowymi. W diagnostyce naczyniowej postaci zespołu wibracyjnego czynnościowa próba termiczna należy do obligatoryjnych badań pomocniczych w profilaktycznych badaniach lekarskich wstępnych i okresowych, pracowników ekspozowanych na wibracje przekazywane na kończyny górne (9). W wytycznych metodologicznych opracowanych przez Ministerstwo Zdrowia i Opieki Społecznej nie określono wymogów w zakresie parametrów stosowanych w diagnostycznych badaniach pomocniczych (10). Z kolei we wskazówkach metodycznych w odniesieniu do czynnościowej próby termicznej, przygotowanych na podstawie piśmiennictwa krajowego, zaleca się chłodzenie rąk w wodzie o temperaturze 10°C lub 14°C przez 10 minut (2,11,12). Dowolność doboru parametrów bodźca zimna pomija zatem wymagane procedury wystandaryzowanego działania w praktyce laboratoryjnej, pozwalające na zdefiniowanie dokładności, powtarzalności i odtwarzalności wyników pomiarowych w jednostkach medycyny pracy.

W latach 1999–2003 eksperci z grupy roboczej WG 11 „Vascular Assessment Method” Podkomitetu Technicznego SC4 „Human vibration” Komitetu Technicznego TC 108 „Vibration” Międzynarodowej Organizacji Normalizacyjnej ISO przygotowywali projekt normy ISO 14835-1. Dotyczył on czynnościowej próby termicznej dla oceny obwodowego krążenia w zakresie pomiarów i wyznaczania temperatury skóry palców rąk. W pierwotnej wersji projekt normy ISO zalecał pomiary temperatury skóry palców w trzech fazach czynnościowej próby termicznej, tj. przed oziębieniem rąk, w trakcie i po nim. Ze względu jednak na powszechność i obligatoryjność stosowania tej metody w Polsce, a także brak oprzyrządowania umożliwiającego pomiary temperatury skóry palców rąk zanurzonych w wodzie, wzięto pod uwagę sugestię autora niniejszej pracy uwzględniającą polskie warunkowania metodologiczne. W ostatecznej wersji edycji normy przyjęto zatem również metodę ograniczoną do pomiaru temperatury skóry palców przed oziębieniem rąk i w czasie odnowy (6).

Dla osób z zaburzeniami funkcji obwodowego układu naczyniowego prowokacja chłodem może stanowić inwazyjną technikę diagnostyczną. Z analizy piśmiennictwa wynika bowiem, że im chłodniejszy bodziec, tym efekty zmian przepływu krwi są wyraźniejsze (3,13). Z tego powodu podczas dyskusji nad opracowywaniem nowej normy ISO starano się wypośrodkować wybór wartości temperatury wody i czas prowokacji zimnem.

W ocenie zaburzeń sprawności regulacji krążenia obwodowego stosuje się bodziec zimna prowokujący wystąpienie reakcji naczynioskurczowej. Dotychczas jednak w czynnościowej próbie termicznej stosuje się dwie różne procedury w zależności od oceny wyjściowej temperatury skóry palców rąk, a mianowicie: u osób z chłodnymi rękoma ogrzewa się dłonie przed chłodzeniem, u osób z ciepłymi rękoma wstępne ogrzewanie rąk przed fazą chłodzenia jest pomijane. Dłonie ogrzewano w celu ujednoczenia napięcia ścian naczyniowych przed ochłodzeniem (np. przez 10 minut do temperatury około 32°C), a następnie chłodzono je w wodzie o temperaturze 14°C przez 10 minut (14).

W niektórych wskazówkach krajowych niezbyt precyzyjnie zaleca się ogrzewanie rąk do uzyskania temperatury skóry palców powyżej 28–30°C (2,15). Podobnie zaleca się ogrzewanie rąk, jeżeli temperatura skóry grzbietowych powierzchni paznokciowych palców jest niższa niż 29–30°C (12). Wydaje się jednak, że ogrzewanie rąk u osób zdrowych z akropoikilotermiczną termoregulacją obwodową nie jest zgodne z fizjologiczną cechą termoregulacji (7). W niniejszej pracy badanym osobom nie podgrzewano rąk do temperatury 30°C lub 31°C jak zaleca się w praktyce w badaniach prowadzonych w krajowych jednostkach medycyny pracy. W normie ISO 14835-1 nie ma również wymogu ogrzewania rąk u osób z chłodnymi rękoma.

U osób z dysfunkcją obwodowego układu krążenia, wywołaną między innymi nadmierną ekspozycją na miejscowe drgania mechaniczne, obserwuje się obniżoną temperaturę skóry palców (16). Uzyskane wyniki w niniejszej pracy ujawniły, że u osób z chłodnymi rękoma wydłuża się czas odnowy przy stosowaniu chłodniejszego bodźca zimna w czynnościowej próbie termicznej.

WNIOSKI

1. Parametry stosowane w prowokacji zimnem w normie ISO 14835-1:2004 i w krajowych ośrodkach medycyny mają istotny wpływ na czas odnowy w czynnościowej próbie termicznej u akropoikilotermitów.

2. Do oceny dysfunkcji krążenia obwodowego w kończynach górnych u osób zawodowo ekspozowanych na miejscowe drgania mechaniczne należałoby przyjąć ściśle określone parametry prowokacji zimnem w czynnościowej próbie termicznej.

PIŚMIENNICTWO

1. Pyykkö I., Färkkilä M., Korhonen O., Starck J., Jäntti V.: Cold provocation tests in the evaluation of vibration-induced white finger. *Scand. J. Work Environ. Health* 1986;12:254–258
2. Langauer-Lewowicka H., Harazin B., Stachura A.: Rozpoznawanie zmian chorobowych wywołanych przez drgania mechaniczne [wskazówki metodyczne]. Instytut Medycyny Pracy i Zdrowia Środowiskowego, Sosnowiec 1998
3. Harada N., Yoshimura M., Laskar M.S.: A minireview of studies conducted in Japan using finger-skin temperature during cold-stress tests for the diagnosis of hand-arm vibration syndrome. *Int. Arch. Occup. Environ. Health* 1999;72:330–334
4. Harada N.: Cold-stress tests involving finger skin temperature measurement for evaluation of vascular disorders in hand-arm vibration syndrome: review of the literature. *Int. Arch. Occup. Environ. Health* 2002;75:14–19
5. Tomida K., Morioka I., Kaewboonchoo O., Yamamoto H., Miyai N., Ishii N. i wsp.: Evaluation of finger skin temperature by cold provocation test for diagnosis of vibration induced white finger (VWF). *Ind. Health* 1998;36:20–26
6. International Organization for Standardization: Mechanical vibration and shock — Cold provocation tests for the assessment of peripheral vascular function — Part 1: Measurement and evaluation of finger skin temperature. International Standard ISO 14835-1:2004. Genewa 2005
7. Langauer-Lewowicka H.: Wpływ termoregulacji obwodowej na wyniki badań stosowanych w diagnostyce zespołu wibracyjnego. *Med. Pr.* 1987;38(5):352–356
8. Harazin B., Zieliński G.: Zawodowa ekspozycja na miejscowe wibracje w Polsce. *Med. Pr.* 2004;55(3):217–225
9. Rozporządzenie Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z dnia 30 maja 1996 r. w sprawie przeprowadzania badań lekarskich pracowników, zakresu profilaktycznej opieki zdrowotnej nad pracownikami oraz orzeczeń lekarskich wydawanych do celów przewidzianych w Kodeksie pracy. *DzU z 1996 r. nr 69, poz. 332*
10. Ministerstwo Zdrowia i Opieki Społecznej, Departament Inspekcji Sanitarnej. Wytyczne metodologiczne w sprawie rozpoznania chorób zawodowych. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 1987
11. Langauer-Lewowicka H.: Wartość badań termograficznych w diagnostyce naczyniowej postaci zespołu wibracyjnego. *Med. Pr.* 1986;37(5):321–326
12. Langauer-Lewowicka H., Stachura A.: Zespół wibracyjny. W: Marek K. [red.]. *Choroby zawodowe*. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2001
13. Sroczyński J., Potocka-Skowronek Z., Bońkowska M.: Wartość próby termicznej w rozpoznawaniu choroby wibracyjnej. *Pol. Tyg. Lek.* 1980;35(45):1733–1735
14. Marszałek A.: Zastosowanie wybranych metod badawczych do oceny krążenia obwodowego krwi. *Med. Pr.* 2000;51(3):299–309
15. Langauer-Lewowicka H., Grzesik J., Gwoździejcz J., Iżycki J., Knapik D., Koradecka D. i wsp.: Wskazówki metodyczne dotyczące rozpoznania, zapobiegania i leczenia zespołu wibracyjnego wywołanego działaniem drgań mechanicznych przekazywanych na ręce. Instytut Medycyny Pracy i Zdrowia Środowiskowego, Sosnowiec 1972, ss. 1–24
16. Dupuis H.: Thermographic assessment of skin temperature during a cold provocation test. *Scand. J. Work Environ. Health* 1987;13:352–355