

ZMIANY WYBRANYCH WSKAŹNIKÓW FIZJOLOGICZNYCH U KOBIET POD WPLYWEM TERMICZNEGO PRZEGRZANIA W SAUNIE

CHANGES IN CHOSEN PHYSIOLOGICAL PARAMETERS OBSERVED IN WOMEN DURING SAUNA BATH AFTER OVERHEATING OF THE BODY DUE TO EXCESSIVE TEMPERATURES

Wanda Pilch¹, Zbigniew Szyguła^{2,4}, Tomasz Palka¹, Tomasz Cisoń¹, Małgorzata Żychowska³

¹Zakład Fizjologii i Biochemii, ²Zakład Medycyny WF i Sportu, Akademia Wychowania Fizycznego, Kraków

³Katedra Wychowania Fizycznego i Zdrowotnego Politechnika Radomska, Radom

⁴Instytut Pedagogiczny, PWSZ, Nowy Sącz

Streszczenie

Celem pracy było określenie działania hipertermii wywołanej kąpielą w saunie na wybrane wskaźniki fizjologiczne monitorowane w trakcie zabiegu.

Materiał i metody: W eksperymencie uczestniczyło 10 zdrowych, młodych kobiet, które poddano siedmiu kąpielom w saunie fińskiej

Wyniki: Po siedmiu sesjach saunowych obserwowano znacznie mniejsze przyrosty zużycia tlenu, wentylacji minutowej, poziomu wydalenia dwutlenku węgla, wartości HR oraz mniejsze przyrosty temperatury rektalnej, natomiast większą wartość wskaźnika oddechowego.

Słowa kluczowe: hipertermia, sauna, termoregulacja

Abstract

The aim of the study was to evaluate the influence of hyperthermia caused by sauna baths on chosen physiological parameters.

Materials and methods: There were ten healthy, young woman taking part in the experiment. They underwent seven baths in Finnish sauna.

Results: After seven sauna bath sessions the following changes in parameters were observed: lower increase of oxygen usage, lower minute ventilation, lower level of CO₂ excreted, lower HR, and lower increase of rectal temperature on the other hand the breathing index was higher.

Key words: hyperthermia, sauna, thermoregulation

Wstęp

Sauna fińska jest zabiegiem wszechstronnie oddziaływującym na organizm człowieka. Zaliczana do biomedycznych środków odnowy biologicznej stosowana jest często zarówno w sporcie jak i rekreacji. W czasie kąpieli w saunie ciepły i zimny bodziec działają na organizm alternatywnie, powodując różne reakcje organizmu. Ciało ludzkie reaguje na silny bodziec ciepła rozszerzeniem naczyń krwionośnych w skórze i wydzielaniem potu. Ma to na celu utrzymanie temperatury wewnątrz organizmu na poziomie 37°C, daje to jednak w saunie tylko częściowy sukces. Chociaż tylko 10g wody paruje w każdej minucie z szybko nawilżonej powierzchni ciała, to jednak spowodowane tym ochłodzenie nie wystarcza do utrzymania temperatury na powierzchni ciała i wnętrza organizmu. Temperatura skóry, która w warunkach temperatury

pokojoyej wynosi 30°C, zwiększa się w saunie do 40°C, a temperatura wewnętrzna wzrasta z 37°C do 38,5°C (1) a nawet do 39,6°C (2). Pod wpływem ciepła naczynia krwionośne w całym systemie skórnym rozszerzają się. Zwiększa się objętość krążącej krwi i przepływ jej jest szybszy. Puls przyspiesza się o około 50%, pojemność minutowa serca wzrasta w początkowym okresie pobytu w saunie przeciętnie, o 75% co jest spowodowane wzrostem objętości wyrzutowej serca jak również przyspieszenia częstości skurczów serca (3). Łaźnia fińska wywiera silny wpływ na układ oddechowy, poprawiając ukrwienie śluzówki górnych dróg oddechowych, rozluźnienie mięśni oddechowych, a także zmniejszenie oporu elastycznego tkanki płucnej. W czasie kąpieli w saunie wzrasta częstość oddechów, przemiana gazowa i pobór tlenu, co wynika z przyspieszenia podstawowej przemiany materii.

Celem pracy było określenie działania jednorazowej i powtarzanej co drugi dzień przez dwa tygodnie kąpieli w saunie na wybrane wskaźniki fizjologiczne u młodych nietreningujących kobiet.

Materiał i metody

W eksperymencie uczestniczyło 10 zdrowych, 19-21 letnich kobiet o podobnych parametrach antropometrycznych. Ochotniczki poddano siedmiu kąpielom w saunie fińskiej (temp. 80,1°C, wilgotność 16,6%), które stosowano co drugi dzień, zawsze w godzinach rannych. Każdorazowo czas trwania zabiegu cieplnego wynosił 30 minut i kończył się schłodzeniem pod prysznicem o temperaturze 19°C. Wszystkie pomiary fizjologiczne przeprowadzono w pierwszym dniu eksperymentu w fazie follikularnej, po dwu tygodniach zabiegów, w fazie lutealnej. Masę ciała oznaczano stosując wagę z dokładnością do 0,001g przed zabiegiem w saunie i po zakończeniu. Częstość skurczów serca mierzono palpacyjnie na tętnicy szyjnej, temperaturę rektalną za pomocą elektrotermometru firmy Ellab, oba te wskaźniki monitorowano podczas całego zabiegu. Do oznaczenia wskaźników obrazujących poziom oddechowej przemiany wykorzystano rutynową metodę Douglasa-Holdaneya. W spoczynku oraz w trakcie kąpieli przez ostatnie 3 minuty zbierano do worków powietrze wydychane, które następnie poddawano analizie w aparacie MMC firmy Beckman. Uzyskane wyniki wentylacji płuc oraz procentowej zawartości O_2 i CO_2 w powietrzu wydychanym posłużyły do wyliczenia minutowego poboru tlenu, poziomu wydalenia CO_2 , wskaźnika tlenowo-wentylacyjnego, oraz ilorazu oddechowego RQ. Statystyczną istotność różnic uzyskanych wyników sprawdzono używając testu Wilcozona dla grup zależnych.

Wyniki

Antropometryczną charakterystykę badanych kobiet przedstawiono w tabeli 1.

Badane kobiety charakteryzowały się podobnym składem i masą ciała, i nie odbiegały od norm dla tej kategorii wiekowej.

W tabeli 2 przedstawiono zmiany wskaźników fizjologicznych obserwowane podczas hipertermii w saunie.

Jak wynika z tabeli po siedmiu sesjach saunowych obserwowano znacznie mniejsze przyrosty zużycia tlenu, wentylacji minutowej, poziomu wydalenia dwutlenku węgla, wartości HR oraz mniejsze przyrosty temperatury rektalnej, natomiast większą wartość wskaźnika oddechowego. Mniejsze ubytki masy ciała zaobserwowano po dwutygodniowej ekspozycji cieplnej.

Dyskusja

Przebywanie w warunkach sauny powoduje zmiany między innymi w układzie oddechowym

człowieka. Wysoka temperatura otoczenia może wywołać wzrost wentylacji płuc. Jest to reakcja o charakterze termoregulacyjnym. Zwiększenie wentylacji płuc zwiększa usuwanie ciepła na drodze parowania przez płuca. (4). Kąpiel w saunie fińskiej wywołuje w organizmie także szereg zmian hormonalnych. Przypuszcza się, że zmiany te, jak również wzrost temperatury ciała, są przyczyną zwiększenia tempa metabolizmu. Wiąże się to ze wzrostem konsumpcji tlenu. Wzrost ten mieści się w granicach 20% (2). Wystawienie organizmu na działanie wysokiej temperatury w saunie powoduje jego odwodnienie oraz zmniejszenie przepływu mięśniowej krwi. Może to być przyczyną łagodnej kwasicy metabolicznej: obniżenia pH krwi, spadku wodorowęglanów oraz wzrostu ciśnienia parcjalnego dwutlenku węgla we krwi tętniczej (5). Reakcja organizmu na powyższe zmiany ma konsekwencje w układzie oddechowym.

W odpowiedzi na wymienione zmiany obserwuje się spływanie i przyspieszenie częstości oddechów. Występuje także wzrost wentylacji minutowej płuc, pojemności życiowej płuc, szczytowego przepływu wydechowego oraz natężonej objętości wydechowej l - sekundowej. Wszystkie te zmiany nie są zbyt głębokie, zazwyczaj nie przekraczają 10% i szybko ustępują po opuszczeniu sauny. Wentylacja minutowa płuc, minutowy pobór tlenu oraz produkcja i wydalanie dwutlenku węgla wzrastały w czasie każdego pobytu w saunie. Wyniki tego eksperymentu korespondują z danymi uzyskanymi w badaniach przeprowadzonych w mieszanej grupie kobiet i mężczyzn przez Leppäluoto i wsp. (6). Wzrost wentylacji minutowej płuc w trakcie kąpieli saunowej jest wynikiem działania dwóch czynników występujących w trakcie zabiegu. Po pierwsze mamy tu do czynienia z pobudzeniem układu sympatyko-adrenergicznego, większego w trakcie pierwszej sauny. Drugim czynnikiem pobudzającym układ oddechowy jest zwiększony pod wpływem zmian hormonalnych i rosnącej temperatury wewnętrznej metabolizm organizmu, a co za tym idzie zwiększone zapotrzebowanie na tlen w tkankach obwodowych (3, 4, 7). Wzrost tempa metabolizmu o 25-33% obserwowali Leppäluoto i wsp. (6) po pierwszym dniu eksperymentu, w czasie, którego badani ekspozowani byli na podwyższoną temperaturę środowiska sauny 4 razy po 30' w ciągu dnia. Wzrost temperatury wewnętrznej wywołuje zwiększenie aktywności metabolicznej w przegrzanych tkankach, zwiększenie różnicy tętniczo-żylną na obwodzie, wzrost akumulacji mleczanów obserwowany przez Leppäluoto i wsp. (6) i obniżenie pH, co z kolei zwiększa zapotrzebowanie na tlen, wymusza wzmożoną wentylację i w konsekwencji powoduje zwiększony pobór tlenu, 20-34% wzrost konsumpcji tlenu podczas hipertermii w saunie obserwowany był w badaniach autorów fińskich (4, 6,

Tabela 1. Ogólna charakterystyka antropometryczna badanych kobiet

	min	max	średnia	SD
wiek [lata]	19	21	19,8	0,92
Wysokość ciała [cm]	158	173	163,9	4,72
masa ciała [kg]	49,36	66,56	58,36	5,81
BMI [kg/m ²]	19,28	24,45	21,7	1,62
Powierzchnia ciała [m ²]	1,49	1,79	1,63	0,1
Gęstość ciała [g/mm ³]	0,96	1,05	1,04	0,03
% tłuszczu	15,22	30,49	23,18	4,61
FM[kg]	9,2	20,24	13,61	3,59
LBM [kg]	38,91	51,25	44,75	4,32

Tabela 2. Wyniki wybranych wskaźników fizjologicznych u kobiet podczas kąpieli w saunie

		SAUNA 1			SAUNA 7		
		Przed	Po	Delta	Przed	Po	Delta
Masa [kg]	Średnia	58,357	57,803	- 0,554	58,574	57,074	- 1,50*
	SD	5,813	5,810		5,717	4,988	
Tre [°C]	Średnia	37,3	38,4	1,1*	37,1	38,1	1,1*
	SD	0,3	0,3		0,3	0,4	
HR [sk./min]		68	122	54*	66	106	40*
		8,4	15,0		10,3	15,8	
VE [l/min]	Średnia	8,96	18,01	9,05	5,94	11,07	5,13*
	SD	4,924	8,465		1,394	5,580	
VO ₂ [l/min]	Średnia	0,277	0,434	0,157	0,233	0,346	0,113*
	SD	0,086	0,123		0,038	0,089	
VCO ₂ [l/min]	Średnia	0,239	0,410	0,171	0,196	0,300	0,104*
	SD	0,089	0,125		0,046	0,111	
RQ	Średnia	0,87	0,95	0,07	0,83	0,85	0,02
	SD	0,083	0,117		0,094	0,124	
Wskaźnik tlenowo-wentylacyjny [ml/min]		30,9	24,09	6,81	39,22	31,25	7,97*

* $p > 0.01$

8). 20% wzrost poboru tlenu obserwowany był także w hipertermii wywołanej u zwierząt (7). W obecnym eksperymencie zwiększenie konsumpcji tlenu było znacznie wyższe od obserwowanego przez autorów fińskich, wynika to z tego, że żadna z badanych kobiet nie uczęszczała przedtem do sauny, w przeciwieństwie do osób uczestniczących w badaniach fińskich. Po siedmiu kąpielach w saunie w niniejszym eksperymencie zauważyć można znacznie mniejsze przyrosty poboru tlenu, jak również wentylacji minutowej oraz poziomu wydalenia dwutlenku węgla. W obecnych badaniach nie stwierdzono istotnych statystycznie zmian współczynnika oddechowego u kobiet poddawanych jednorazowej i powtarzanej hipertermii. Leppaluoto i wsp. (6) obserwowali natomiast obniżenie współczyn-

nika RQ po saunie, tłumacząc to zwiększoną utylizacją węglowodanów w warunkach przegrzania organizmu. Autorzy ci nie oznaczali jednakże poziomu glukozy we krwi. Ich koncepcja nie znajduje również potwierdzenia w pracach innych autorów, którzy obserwowali raczej zmniejszoną utylizację glukozy oraz glikemię po saunie.

Wnioski

Po siedmiu sesjach saunowych zauważyć można znacznie mniejsze przyrosty zużycia tlenu, wentylacji minutowej oraz poziomu wydalenia dwutlenku węgla i wartości HR, co świadczy o adaptacji organizmu do wysokiej temperatury otoczenia. Większa wartość wskaźnika oddechowego podczas siódmej kąpieli

w saunie świadczy o usprawnieniu wykorzystania tlenu u kobiet uczestniczących przez dwa tygodnie w zabiegach saunowych. Mniejsze przyrosty temperatury rektalnej obserwowane podczas siódmej sauny świadczą o aklimacji organizmu do gorącego otoczenia panującego w saunie.

Piśmiennictwo

1. Szyguła Z. Wszystko o saunie. Wpływ na organizm i wydolność sportowca. *Sport Wyczynowy* 1995;
2. Pilch W, Szyguła Z, Żychowska M, Gawinek M. The influence of sauna training on the hormonal system of young women. *J Hum Kinet* 2003; 9: 19-30.
3. Koupinen K, Vuori I. Man in the sauna. *Ann Clin Res* 1986; 18:173-185.
4. Hänenen O. The sauna – stimulating and relaxing. *News Physiol Sci* 1996; 1:179–81.
5. Pilch W, Szyguła Z, Żychowska M. The Influence of Sauna Overheating on chosen Physiological Variables in Male Swimmers. *J Hum Kinet* 2005; 13: 107-15.
6. Leppäluoto J, Tuominen M, Väänänen A. i wsp. Some cardiovascular and metabolic effect of repeated sauna bathing. *Acta Physiol Scand* 1986; 128: 77-81.
7. Schumacker PT, Rowland J, Saltz S. i wsp. Effects of hyperthermia and hypothermia on oxygen extraction by tissues during hypovolemia. *J Appl Physiol* 1987; 63: 1246–52.
8. Hasan J, Martti J, Karvonen J, Phronen P. Psychological effect of extreme heat as studied in the Finnish “sauna” bath. Special Review. Part II. *Am J Phys Med* 1967; 46: 1226-46.

Otrzymano: 27 listopad 2006

Zaakceptowano: 21 grudzień 2006

Adres do korespondencji:

Wanda Pilch

Zakład Fizjologii i Biochemii

Akademia Wychowania Fizycznego

al. Jana Pawła II 78

31-571 Kraków,

e-mail: wfpilch@cyf-kr.edu.pl