

# Wpływ zabiegów w saunie fińskiej na obraz białokrwinkowy we krwi młodych aktywnych fizycznie mężczyzn

Marta Szarek<sup>1</sup>, Dorota Gryka<sup>1</sup>, Wanda Pilch<sup>1</sup>, Łukasz Tota<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instytut Nauk Biomedycznych, Akademia Wychowania Fizycznego, Kraków

Szarek M, Gryka D, Pilch W, Tota Ł. Wpływ zabiegów w saunie fińskiej na obraz białokrwinkowy we krwi młodych aktywnych fizycznie mężczyzn. Med. Og Nauk Zdr. 2014; 20(1): 70–75.

## Streszczenie

**Wstęp i cel pracy.** Zabiegi w saunie, często stosowane zarówno w sporcie, jak i rekreacji, są obecnie przedmiotem zainteresowania coraz szerszego grona badaczy. Celem pracy było zbadanie wpływu jednorazowej oraz powtarzanych kąpiei w saunie fińskiej na zmianę objętości osocza i ilościowe zmiany leukocytów u młodych aktywnych fizycznie mężczyzn.

**Materiał i metody.** Zbadano 16 mężczyzn w wieku od 20–23 lat, poddawanych kąpielom w saunie fińskiej w temperaturze około 90 °C, wilgotności 5–20%. Zabiegi złożone były z 10 kąpiei (3 × 15 min, z dwuminutowym chłodzeniem) przez okres miesiąca. Przed pierwszą i dziesiątą sauną, 10 minut po nich oraz po 24h pobierano krew. Wskaźniki hematologiczne zostały skorygowane o zmianę objętości osocza (%ΔPV).

**Wyniki.** Wystąpił spadek objętości osocza i masy ciała badanych zarówno po pierwszej, jak i ostatniej saunie. Większy średni ubytek objętości osocza zanotowano po ostatniej kąpiei w saunie w porównaniu z pierwszym zabiegiem. W obrazie białokrwinkowym badanych po pierwszej i dziesiątej saunie nie zaobserwowano zmian w całkowitej liczbie leukocytów. Nieistotny wzrost całkowitej liczby krwinek białych stwierdzono 24 godziny po zakończeniu pierwszej i dziesiątej sauny. Po pierwszej i ostatniej kąpiei stwierdzono wzrost liczby neutrofilów oraz spadek limfocytów, monocytów i eozynofili.

**Wnioski.** Ubytek objętości osocza i spadek masy ciała na skutek intensywnego pocenia był większy po serii 10 zabiegów w saunie w porównaniu do pojedynczego zabiegu. Sauna nie spowodowała zmian w całkowitej ilości leukocytów, uwzględniając zmianę objętości osocza na skutek odwodnienia. Po pierwszej i po ostatniej saunie zanotowano przesunięcie stosunku neutrofilów do limfocytów na korzyść neutrofilów prawdopodobnie na skutek działania hormonu wzrostu i adrenaliny.

## Słowa kluczowe

sauna fińska, termoregulacja, leukocyty

## WSTĘP

Sauna fińska wywiera szerokie działanie na organizm człowieka. Zabiegi ciepłe w saunie zaliczane są do tak zwanych biomedycznych środków odnowy biologicznej i należą obecnie do częstych i chętnie stosowanych zarówno w sporcie jak i rekreacji [1, 2].

Podczas kąpiei w saunie na organizm człowieka oddziałują alternatywnie ciepły i zimny bodziec. Temperatura wnętrza sauny fińskiej wynosi od 80 do 120°C, a wilgotność względna około 15% [3, 4]. Przedłużająca się ekspozycja na wysoką temperaturę, pomimo najsprawniejszych mechanizmów termoregulacyjnych, prowadzi do kumulacji ciepła w organizmie i wzrostu temperatury wnętrza ciała [5]. Podniesienie temperatury wewnętrznej powyżej punktu nastawienia termostatu biologicznego prowadzi do uruchomienia szeregu mechanizmów termoregulacyjnych. Do najefektywniejszych mechanizmów uruchamianych w tych warunkach należy zwiększony skórny przepływ krwi oraz wydzielanie potu, którego parowanie z powierzchni skóry przyczynia się do eliminacji ciepła z ustroju [6, 7].

Odwodnienie spowodowane kąpielą w saunie prowadzi do spadku wewnątrzcząsteczkowej objętości płynu i w efekcie powoduje wzrost hematokrytu (HCT) i całkowitej liczby krwinek czerwonych (RBC) w morfologii krwi [4, 8]. Pod-

czas kąpiei w saunie dochodzi do zmniejszenia przestrzeni pozakomórkowej, a dopiero następnie do zmniejszenia przestrzeni wewnątrzkomórkowej [9].

Liczne badania donoszą o korzystnym wpływie sauny na organizm człowieka. Sauna zalecana jest nie tylko w celu odprężenia i wypoczynku, ale także w niektórych chorobach układu oddechowego, chorobach zwyrodnieniowych stawów oraz nadciśnieniu tętniczym. Kąpiele w łaźni fińskiej wpływają na gruczoły dokrewne, pobudzając je i stymulując układ odpornościowy. Pobyt w saunie zmniejsza podatność na przeziębienia oraz skłonność do infekcji u osób zdrowych [10, 11, 12].

W dostępnym piśmiennictwie naukowym brak jest doniesień ściśle związanych z badaniami nad wpływem hipertermii wynikającej z biernego przegrzania organizmu w saunie na obraz ilościowy komórek układu odpornościowego. Większość przeprowadzonych badań uwzględnia jedynie wpływ wysiłku fizycznego na zmiany leukocytów krwi obwodowej.

Celem pracy było zbadanie wpływu jednorazowej oraz powtarzanych kąpiei w saunie fińskiej na zmianę objętości osocza i ilościowe zmiany leukocytów u młodych aktywnych fizycznie mężczyzn.

## METODYKA

Do udziału w eksperymencie wybrano 16 aktywnych fizycznie mężczyzn w wieku 20–23 lata, bez stwierdzonych w wywiadzie i badaniem lekarskim chorób, bez przeciwwskazań

Adres do korespondencji: Marta Szarek, Akademia Wychowania Fizycznego, Kraków, Polska  
e-mail: marta.szarek@awf.krakow.pl

Nadesłano: 17 czerwca 2013 roku; Zaakceptowano do druku: 13 września 2013 roku

do kąpeli w saunie. Grupę badawczą dobrano pod względem podobnej morfologicznej budowy ciała i zawartości tkanki tłuszczowej.

Mężczyźni zostali poinformowani o celu badań, stosowanej metodyce, ewentualnych efektach ubocznych oraz o możliwości rezygnacji z udziału w badaniach na dowolnym etapie bez podawania przyczyny. Uczestnicy wyrazili pisemną zgodę na udział w badaniach. Eksperyment został zgłoszony i zaakceptowany przez Komisję Bioetyki przy Okręgowej Izbie Lekarskiej w Krakowie. W badaniach uczestniczyli mężczyźni niepalący, niespożywający alkoholu w trakcie oraz 2 tygodnie przed rozpoczęciem badań. Przed przystąpieniem do badań u zgłoszonych ochotników przeprowadzono badania lekarskie oceniające stan zdrowia. Wykonano również badania oceniające budowę i skład ciała – zmierzono masę i wysokość ciała oraz grubość fałdów skórno-tłuszczowych.

Do przeprowadzenia wyżej przedstawionych badań wykorzystano saunę fińską znajdującą się w Instytucie Fizjologii Człowieka AWF w Krakowie, w której uczestnicy byli poddawani kąpielom w godzinach rannych, między godziną 8:00 a 11:00. Temperatura w kabinie sauny wynosiła około 90 °C, względna wilgotność powietrza 5–20%. Badani byli poddawani trzem 15-minutowym sesjom w kabinie sauny, po których następowała 5-minutowa przerwa, w czasie której mężczyźni odbywali 2-minutowe chłodzenie pod prysznicem o stałej temperaturze (19–20 °C) wody.

Eksperyment przeprowadzono w trzech etapach:

- I etap (pierwsza kąpiel w saunie) – jednorazowa ekspozycja cieplna w saunie, podczas której przeprowadzono badania i obserwacje;
- II etap – ekspozycja obejmująca serię 8 kąpeli w saunie powtarzanych trzy razy w tygodniu przez okres jednego miesiąca;
- III etap (ostatnia, 10. kąpiel) – podczas której przeprowadzono badania i obserwacje, podobnie jak podczas pierwszej kąpeli.

Przed pierwszą i dziesiątą kąpielą, 10 minut po ich zakończeniu oraz 24 godziny później pobierano krew żylną do dwóch próbek (jednej z EDTA i jednej z aktywatorem wykrzepiania) w objętości 6 ml. Krew była pobierana zgodnie z obowiązującymi standardami przez diagnostę laboratoryjnego.

We krwi pełnej pobranej na EDTA oznaczono morfologię krwi wraz z rozdziałem leukocytów na 5 frakcji. Uzyskano informacje dotyczące całkowitej liczby leukocytów (WBC) wraz z podziałem na 5 populacji: neutrofile (NEUT), limfocyty (LYMPH), monocyty (MONO), eozynofile (EOS), bazofile (BASO). Probówkę z aktywatorem wykrzepiania zwirowano z prędkością 3500 obr./min przez 10 minut. Z uzyskanej surowicy oznaczono białko całkowite metodą biuretową przy użyciu analizatora Architect ci8200. Badanie morfologii krwi zostało wykonane metodą cytometrii przepływowej z wykorzystaniem lasera na aparacie Sysmex XE 2100. Stopień odwodnienia organizmu badanych stanowiła różnica masy ciała przed i po zabiegu w saunie, którą oznaczono z wykorzystaniem elektronicznej wagi firmy Sartorius (z dokładnością do 0,001 kg).

Badanie pełnej morfologii krwi obwodowej oraz białka całkowitego wykonano w Centralnym Laboratorium firmy Diagnostyka Sp. z o.o. w Krakowie. Zmianę objętości osocza na skutek odwodnienia obliczono ze stężenia białka całkowitego oznaczonego przed, jak i po eksperymencie [13].

Analizowane wskaźniki hematologiczne skorygowano przez uwzględnienie zmiany objętości osocza. Do obliczenia wartości skorygowanych zastosowano wzór według Kraemera i Browna [14].

Analizę statystyczną wyników wykonano z użyciem pakietu Statistica 10. Wyznaczono podstawowe charakterystyki liczbowe badanych zmiennych: średnią arytmetyczną oraz odchylenie standardowe. Dla określenia statystycznej istotności różnic pomiędzy średnimi zastosowano test kolejności par Wilcoxon. Za statystycznie istotną różnicę pomiędzy średnimi przyjęto poziom  $p < 0,05$ .

## WYNIKI

Przeprowadzone badania miały na celu określenie wpływu jednorazowej oraz powtarzanych kąpeli w saunie fińskiej na zmianę objętości osocza i ilościowe zmiany leukocytów u młodych aktywnych fizycznie mężczyzn. Ogólną charakterystykę antropometryczną badanych mężczyzn przedstawiono w tabeli 1.

**Tabela 1.** Ogólna charakterystyka antropometryczna badanych mężczyzn (BH wysokość ciała, BMI ang. *body mass index* – wskaźnik masy ciała, FAT – zawartość tłuszczu, LBM – beztłuszczowa masa ciała)

	x (śr) ± SD
Wiek[lata]	20,88 ± 0,89
BH[m]	1,81 ± 0,04
BMI[kg/m <sup>2</sup> ]	22,82 ± 1,55
FAT[%]	10,10 ± 2,45
FAT[kg]	7,66 ± 2,65
LBM[kg]	67,04 ± 5,59

Kąpiel w saunie fińskiej spowodowała obniżenie masy ciała badanych mężczyzn na skutek odwodnienia wywołanego intensywnym poceniem się. Zmiany masy ciała u badanych mężczyzn po pierwszej i dziesiątej kąpeli w saunie przedstawiono w tabeli 2. W wyniku odwodnienia wywołanego intensywnym poceniem się podczas pierwszej i ostatniej kąpeli w saunie nastąpił statystycznie istotny ubytek masy ciała badanych mężczyzn. Większy ubytek masy ciała badanych wystąpił po dziesiątej saunie (-1,23 ± 0,42 kg, w porównaniu z pierwszym zabiegiem (-)1,11 ± 0,41 kg.

**Tabela 2.** Zmiany masy ciała badanych mężczyzn po pierwszej i dziesiątej kąpeli w saunie fińskiej

	masa ciała [kg]			p
	przed sauną	10 minut po saunie	Δ	
	x(śr) ± SD	x(śr) ± SD	x(śr) ± SD	
pierwsza sauna	74,69 ± 7,61	73,59 ± 7,49	- 1,11 ± 0,41	0,0004 *
dziesiąta sauna	74,76 ± 8,11	73,53 ± 7,97	- 1,23 ± 0,42	0,0004 *

\* istotność różnic przy  $p < 0,05$  w porównaniu z wartością „przed”

Zarówno po zakończeniu pierwszej, jak i ostatniej, dziesiątej kąpeli w saunie u badanych mężczyzn nastąpiło zmniejszenie objętości osocza krwi (%ΔPV). Większy średni ubytek objętości osocza zanotowano po ostatniej, dziesiątej kąpeli w saunie, w porównaniu ze średnim ubytkiem osocza u mężczyzn po pierwszym zabiegu. Po dziesiątej

saunie objętość osocza zmniejszyła się średnio o 9,67%, a po pierwszej o 8,13%. Przedstawione wyżej zmiany nie były istotnie statystycznie. W tabeli 3. przedstawiono zmiany objętości osocza w badanej grupie mężczyzn spowodowane przegrzaniem w saunie.

**Tabela 3.** Zmiana objętości osocza badanych mężczyzn po pierwszej i dziesiątej kąpeli w saunie fińskiej

	Pierwsza sauna	Dziesiąta sauna	p
	x(śr) ± SD	x(śr) ± SD	
%Δ PV	-8,13 ± 3,52	-9,67 ± 2,93	0,063

W tabeli 4. i 5. zamieszczono dane dotyczące ilościowych zmian całkowitej liczby leukocytów (WBC) oraz ich poszczególnych populacji (NEUT, LYMPH, MONO, EOS) przed i po pierwszej oraz dziesiątej saunie oraz 24 godziny od ich zakończenia u młodych aktywnych fizycznie mężczyzn. Analizowane wskaźniki hematologiczne zostały skorygowane przez uwzględnienie zmiany objętości osocza.

Eksperyment w warunkach podwyższonej temperatury i wilgotności nie spowodował istotnych statystycznie zmian w całkowitej liczbie leukocytów po pierwszej i ostatniej saunie. Zaobserwowano niewielki wzrost całkowitej liczby krwinek białych 24 godziny po zakończeniu pierwszej i dziesiątej sauny, jednak nie była to zmiana istotna statystycznie.

Po zakończeniu pierwszej i dziesiątej kąpeli w saunie zaobserwowano wzrost liczby granulocytów obojętnochłonnych, lecz nie był on istotny statystycznie. Istotną statystycznie zmianę w liczbie neutrofilii stwierdzono we krwi pobranej 24 godziny po zakończeniu ostatniej sauny ( $0,43 \times 10^3/\mu\text{l}$ ).

Nieco inaczej kształtowały się zmiany liczby limfocytów u badanych mężczyzn po jednorazowej i powtarzanych kąpielach w saunie. Wykazano istotny statystycznie spadek liczby limfocytów zarówno po pierwszej ( $-0,31 \times 10^3/\mu\text{l}$ ), jak

i ostatniej saunie ( $-0,28 \times 10^3/\mu\text{l}$ ). Liczba limfocytów wzrosła istotnie statystycznie 24 godziny po pierwszej kąpeli w saunie średnio o  $0,22 \times 10^3/\mu\text{l}$  komórek. Nie zaobserwowano zmian w liczbie limfocytów 24 godziny po dziesiątej saunie.

Zarówno po jednorazowej, jak i powtarzanych kąpielach w saunie fińskiej zaobserwowano spadek liczby monocytów, jednak tylko w przypadku pierwszej ekspozycji cieplnej ta zmiana była istotna statystycznie ( $-0,07 \times 10^3/\mu\text{l}$ ). W próbkach krwi pobranych 24 godziny od zakończenia pierwszej i ostatniej kąpeli w saunie nie stwierdzono istotnych zmian.

W przypadku eozynofili zaobserwowano większy spadek liczby tych komórek po pierwszej saunie ( $-0,05 \times 10^3/\mu\text{l}$ ), w porównaniu z ostatnią kąpielą cieplną ( $-0,03 \times 10^3/\mu\text{l}$ ). W obu przypadkach przedstawione zmiany były istotne statystycznie. Nie stwierdzono istotnych zmian w liczbie eozynofili 24 godziny po pierwszej i ostatniej saunie.

W wykonanym eksperymencie nie zaobserwowano zmian w liczbie bazofilów przed pierwszą i dziesiątą sauną, a także 24 godziny po ich zakończeniu.

Nie stwierdzono statystycznej istotności różnic pomiędzy średnimi całkowitej liczby leukocytów, neutrofilii, limfocytów, monocytów, eozynofili i bazofilii przed pierwszą i ostatnią sauną.

## DYSKUSJA

W warunkach wysokiej temperatury, jaka panuje w kabinie sauny, utrata ciepła wraz z potem staje się jedynym efektywnym sposobem oddawania ciepła przez organizm. Podczas rutynowej kąpeli w saunie organizm traci wraz z potem przeciętnie około 400–600 g wody [15]. Nasilone pocenie się powoduje początkowo utratę płynów przede wszystkim z przestrzeni pozakomórkowej, a dopiero następnie z przestrzeni wewnątrzkomórkowej. Utrata wody wraz z potem

**Tabela 4.** Całkowita liczba leukocytów (WBC) oraz ich poszczególne frakcje (NEUT, LYMPH, MONO, EOS) przed, po oraz 24 godziny po pierwszej kąpeli w saunie

	Pierwsza sauna (n=16)						
	przed	10 minut po	Δ	p	24 godziny po	Δ	p
	x(śr) ± SD	x(śr) ± SD	x(śr) ± SD		x(śr) ± SD	x(śr) ± SD	
Leukocyty (WBC) [ $10^3/\mu\text{l}$ ]	5,61 ± 1,22	5,64 ± 1,51	0,03 ± 1,12	0,642	5,86 ± 1,56	0,25 ± 0,89	0,394
Neutrofile (NEUT) [ $10^3/\mu\text{l}$ ]	3,22 ± 1,12	3,68 ± 1,46	0,46 ± 1,00	0,098	3,21 ± 1,17	-0,01 ± 0,78	0,877
Limfocyty (LYMPH) [ $10^3/\mu\text{l}$ ]	1,84 ± 0,46	1,54 ± 0,34	-0,31 ± 0,35	0,005 *	2,07 ± 0,52	0,22 ± 0,35	0,024*
Monocyty (MONO) [ $10^3/\mu\text{l}$ ]	0,38 ± 0,12	0,32 ± 0,12	-0,07 ± 0,1	0,030 *	0,38 ± 0,14	-0,01 ± 0,13	0,977
Eozynofile (EOS) [ $10^3/\mu\text{l}$ ]	0,14 ± 0,09	0,09 ± 0,07	-0,05 ± 0,03	0,0004*	0,15 ± 0,1	0,01 ± 0,05	0,501

\* istotność różnic przy  $p < 0,05$  w porównaniu z wartością „przed”

**Tabela 5.** Całkowita liczba leukocytów (WBC) oraz ich poszczególne frakcje (NEUT, LYMPH, MONO, EOS) przed, po oraz 24 godziny po dziesiątej kąpeli w saunie

	Dziesiąta sauna (n=16)						
	przed	10 minut po	Δ	p	24 godziny po	Δ	p
	x(śr) ± SD	x(śr) ± SD	x(śr) ± SD		x(śr) ± SD	x(śr) ± SD	
Leukocyty (WBC) [ $10^3/\mu\text{l}$ ]	5,39 ± 1,34	5,26 ± 1,35	-0,13 ± 0,57	0,098	5,8 ± 1,51	0,41 ± 1,02	0,164
Neutrofile (NEUT) [ $10^3/\mu\text{l}$ ]	2,98 ± 1,3	3,19 ± 1,37	0,2 ± 0,51	0,098	3,42 ± 1,34	0,43 ± 0,88	0,041*
Limfocyty (LYMPH) [ $10^3/\mu\text{l}$ ]	1,85 ± 0,49	1,57 ± 0,38	-0,28 ± 0,24	0,001*	1,83 ± 0,4	-0,03 ± 0,29	0,938
Monocyty (MONO) [ $10^3/\mu\text{l}$ ]	0,38 ± 0,14	0,35 ± 0,11	-0,03 ± 0,06	0,196	0,4 ± 0,14	0,02 ± 0,13	0,551
Eozynofile (EOS) [ $10^3/\mu\text{l}$ ]	0,15 ± 0,06	0,12 ± 0,06	-0,03 ± 0,02	0,001*	0,14 ± 0,06	-0,01 ± 0,03	0,065

\* istotność różnic przy  $p < 0,05$  w porównaniu z wartością „przed”

po zakończonej kąpeli w saunie prowadzi do zmniejszenia objętości osocza i ubytku masy ciała [4, 17].

Analiza przeprowadzonych badań wskazuje na to, iż masa ciała badanych mężczyzn obniżyła się istotnie zarówno po pierwszej, jak i po ostatniej kąpeli w saunie. Większy spadek masy ciała zaobserwowano po ostatniej, dziesiątej kąpeli w saunie – średnio  $(-1,23 \pm 0,42$  kg w porównaniu z pierwszym zabiegiem  $(-1,11 \pm 0,41$  kg. Przyczyną większych ubytków masy ciała badanych po ostatniej kąpeli w saunie była efektywniejsza produkcja potu, a zatem większa jego ilość.

W badaniach przeprowadzonych przez Pokorę i wsp. [16] odwodnienie termiczne indukowano 3-krotnym (3 razy po 15 minut) pobyt w saunie fińskiej grupy aktywnych fizycznie mężczyzn. Zastosowany w badaniu egzogenny stres ciepły spowodował redukcję masy ciała badanych o 1,71%. Stwierdzono, iż zmniejszenie masy ciała było następstwem zwiększonego pocenia. Według badaczy, kąpiel w saunie wywołała większą utratę wody z przestrzeni pozakomórkowej niż wewnątrzkomórkowej i wystąpienie odwodnienia hiperosmotycznego.

W badaniach Pilch i wsp. [4] porównano zmiany masy ciała wywołane kąpielą w saunie fińskiej w dwóch grupach mężczyzn: trenującej (lekkoatleci) i nietrenującej. W grupie osób trenujących średnie ubytki masy ciała po ekspozycji cieplnej wyniosły 0,95 kg, natomiast w grupie osób nietrenujących 0,55 kg. Większe ubytki masy ciała, a tym samym odwodnienie u sportowców mogą być związane ze zwiększoną procentową zawartością wody w ich organizmach oraz mniejszą ilością tkanki tłuszczowej.

Podobnie jak w przypadku masy ciała, w badaniach Pilch [4] większy spadek średniej objętości osocza stwierdzono w grupie lekkoatletów  $(-10,2\%$ , w porównaniu do osób nietrenujących  $(-7,0\%$ . Większe ubytki objętości osocza w grupie osób trenujących mogą świadczyć o lepszej adaptacji do trudnych warunków otoczenia, a także o skuteczniejszej eliminacji ciepła przez ustrój sportowców. Wg Wade'a [17], ta adaptacja związana jest ze zwiększeniem objętości płynu pozakomórkowego, zatem również osocza, a także ze zmianami w układzie hormonalnym, które regulują objętość płynów ustrojowych.

Odwodnienie wywołane egzogennym stresem termicznym, jakiemu poddani zostali mężczyźni w przedstawionych badaniach, było przyczyną zmniejszenia objętości osocza podobnie jak u Pilch [4]. Większy średni ubytek objętości osocza zanotowano po ostatniej, dziesiątej kąpeli w saunie, w porównaniu ze średnim ubytkiem osocza u mężczyzn po pierwszym zabiegu. Po pierwszej saunie objętość osocza badanych zmniejszyła się średnio o  $(-8,13 \pm 3,52\%$ , natomiast po ostatnim zabiegu obniżyła się o  $(-9,67 \pm 2,93\%$ .

W eksperymencie Chorążego i Kwaśny [18] badanych mężczyzn podzielono na trzy grupy: wytrenowani – siatkarze I ligi, średnio wytrenowani – siatkarze III ligi i osoby nietrenujące. We wszystkich grupach zaobserwowano spadek masy ciała, lecz tylko w grupie średnio wytrenowanej i nietrenującej zmiany te były istotne statystycznie. Autorzy wyjaśniają te nieco zaskakujące wyniki tym, iż organizm ludzki regularnie poddawany dużym obciążeniom fizycznym potrafi lepiej przystosować się do zmian środowiska zewnętrznego i nie musi reagować tak gwałtownymi reakcjami termoregulacyjnymi.

W przeanalizowanym piśmiennictwie naukowym jest bardzo mało doniesień ściśle związanych z badaniami nad wpływem hipertermii wynikającej z biernego przegrzania

organizmu na obraz ilościowy komórek układu odpornościowego. Istnieją natomiast liczne prace poświęcone wpływowi wysiłku fizycznego o różnej intensywności na układ immunologiczny sportowców oraz osób nietrenujących [19, 20, 21].

W badaniach Giannopoulou i wsp. [22] zdrowi ochotnicy – 10 mężczyzn i 3 kobiety – byli poddawani pojedynczej kąpeli w saunie fińskiej. Pierwsza ekspozycja trwała 15 minut w temperaturze  $90^{\circ}\text{C}$  i wilgotności 15%, druga kąpiel trwała 15 minut w temperaturze  $100^{\circ}\text{C}$  (wilgotność 15%) i trzecia 10 minut w  $100^{\circ}\text{C}$  (wilgotność 20%). Przed kąpielą oraz po ostatnim wejściu do sauny pobierano krew do badań w celu oznaczenia całkowitej liczby leukocytów, limfocytów, granulocytów oraz subpopulacji limfocytów (CD19, CD4, CD8, NK). Dokonując analizy uzyskanych wyników, stwierdzono nieistotny wzrost całkowitej liczby leukocytów oraz neutrofilii po kąpeli w saunie, a także istotne statystycznie zwiększenie całkowitej liczby limfocytów we krwi oraz bezwzględnej liczby komórek CD4+ i CD8+. W artykule nie ma podanej informacji, czy badacze korygowali liczbę leukocytów o zmianę objętości osocza, zatem można przypuszczać, że wykazany w eksperymencie wzrost liczby wszystkich populacji leukocytów wynikał z zagęszczenia krwi na skutek odwodnienia.

W niniejszym eksperymencie nie zaobserwowano istotnych statystycznie zmian w całkowitej liczbie krwinek białych, zarówno po pierwszej, jak i po ostatniej saunie, po uwzględnieniu zmian objętości osocza na skutek odwodnienia. Niewielki wzrost całkowitej liczby leukocytów stwierdzono natomiast 24 godziny po zakończeniu pierwszej i dziesiątej sauny, jednak nie była to zmiana istotna statystycznie. Stwierdzono, podobnie jak w badaniach Giannopoulou i wsp. [22], wzrost liczby granulocytów obojętnochnych po zakończeniu pierwszej i dziesiątej kąpeli w saunie, lecz nie był on istotny statystycznie. Z kolei istotne statystycznie zwiększenie liczby neutrofilii zanotowano we krwi pobranej 24 godziny po zakończeniu ostatniej sauny ( $0,43 \times 10^3/\mu\text{l}$ ).

Odmienne od wyników badań Giannopoulou i wsp. [22] kształtowały się zmiany liczby limfocytów u badanych mężczyzn po jednorazowej i powtarzanych kąpielach w saunie. Wykazano istotny statystycznie spadek liczby limfocytów zarówno po pierwszej, jak i ostatniej saunie. Natomiast 24 godziny po pierwszej kąpeli w saunie liczba limfocytów wzrosła istotnie statystycznie o  $0,22 \times 10^3/\mu\text{l}$ .

W pracy Pilch i wsp [21] dokonano analizy wpływu wysiłku w podwyższonej temperaturze ( $33^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ ) i wilgotności powietrza (70%) na charakter zmian w układzie białokrwinkowym u lekkoatletów oraz osób nietrenujących. Wysiłek fizyczny, jakiemu zostały poddane obie grupy mężczyzn, spowodował istotne statystycznie zwiększenie ogólnej liczby leukocytów u osób wytrenowanych, natomiast u osób niewytrenowanych ogólna liczba białych krwinek nie zmieniła się istotnie. W grupie wytrenowanych lekkoatletów wykazano istotny statystycznie wzrost liczby limfocytów, zaś u osób nietrenujących liczba limfocytów zmniejszyła się, ale spadek ten nie był istotny statystycznie. W grupie mężczyzn nietrenujących zaobserwowano zmianę stosunku neutrofilii do limfocytów, przy wzroście liczby tych pierwszych kosztem drugich, przy niezmiętej ogólnej liczbie leukocytów. Oznacza to, że u osób niewytrenowanych organizm zareagował zwiększeniem jedynie liczby neutrofilii we krwi, podczas gdy u wytrenowanych podwyższyła się zarówno liczba neutrofilii, jak i limfocytów.

W przeprowadzonych badaniach w saunie nie zaobserwowano istotnych zmian całkowitej liczby leukocytów, zarówno po pierwszej, jak i po ostatniej saunie, jednak zanotowano wyraźny wzrost liczby neutrofilii przy jednoczesnym spadku liczby limfocytów. Przyczyną takiego stanu rzeczy jest prawdopodobnie działanie hormonów: adrenaliny i hormonu wzrostu, wydzielanych do krwi podczas każdorazowego zabiegu w saunie. Hormony te, działając synergistycznie, są odpowiedzialne za mobilizację neutrofilii do krwiobiegu podczas wysiłku fizycznego, nie wpływając znacząco na liczbę i aktywność limfocytów [23]. W badaniach Kappela i wsp. [24] dożylna iniekcja hormonu wzrostu w stężeniach porównywalnych do obserwowanych w wysiłku fizycznym nie wpływała na liczbę ani aktywność limfocytów, ale powodowała znaczącą neutrocytozę. Ponieważ zarówno podczas wysiłku fizycznego, jak i podczas zabiegów w saunie obserwuje się pobudzenie osi podwzgórzowo-przysadkowo-nadnerczowej oraz zwiększone wydzielanie zarówno hormonu wzrostu, jak i adrenaliny [6, 10, 25], zatem należy przypuszczać, że podobny mechanizm mobilizacji neutrofilii, przy równoczesnym braku pobudzenia limfocytów, występuje w trakcie stresu cieplnego w saunie.

To, czy zmiany ilościowe krwinek białych oraz ich poszczególnych frakcji spowodowane kąpielą w saunie mają znaczenie fizjologiczne i czy mogą wpływać na stan układu odpornościowego, jest trudne do określenia w chwili obecnej. Konieczne są dalsze badania poszerzone o dodatkowe wskaźniki immunologiczne w celu dokładnego określenia wpływu sauny na układ odpornościowy.

## WNIOSKI

1. Ubytek objętości osocza i masy ciała w badanej grupie mężczyzn był większy po serii 10 kąpiei w saunie, w porównaniu do wpływu pojedynczego zabiegu. Fakt ten może świadczyć o adaptacji organizmu do powtarzanych zabiegów w saunie, związanych z utratą płynów ustrojowych wraz z potem.
2. Kąpiel w saunie nie powoduje zmian w całkowitej liczbie leukocytów, przy uwzględnieniu zmiany objętości osocza na skutek odwodnienia.
3. Zarówno po pierwszej, jak i ostatniej saunie termiczne przegrzanie spowodowało przesunięcie stosunku neutrofilii do limfocytów na korzyść neutrofilii, prawdopodobnie na skutek działania hormonu wzrostu i adrenaliny.
4. W przeprowadzonych badaniach zarówno pierwszy, jak i ostatni zabieg spowodował istotne obniżenie liczby eozynofili, których liczba wracała do wartości wyjściowych po 24 godzinach od zabiegu.

## PIŚMIENNICTWO

1. Pilch W, Szyguła Z, Torii M, Hackney AC. The influence of hyperthermia exposure in sauna on thermal adaptation and select endocrine responses in women. *Med Sport*. 2008; 12(3): 103–108.

2. Prystupa T, Wołyńska A, Ślężyński J. The effects of finish Sauna on hemodynamics of the circulatory system in men and women. *J Human Kine*. 2009; 22: 61–68.
3. Pilch W, Szyguła Z, Torii M. Effect of the sauna- induced thermal stimuli of various intensity on the thermal and hormonal metabolism in women. *Biol Sport*. 2007; 24(4): 357–373.
4. Pilch W. Wpływ podwyższenia temperatury ciała na zmiany wybranych wskaźników fizjologicznych i status antyoksydacyjny osocza biegaczy długodystansowych i mężczyzn niestrenujących. *Studia i monografie nr 59*. Kraków Wydawnictwo AWF, 2009.
5. Biro S, Masuda A, Kihara T, Tei C. Clinical implications of thermal therapy in lifestyle-related diseases. *Exp Biol Med*. 2003; 228: 1245–1249.
6. Hannuksela ML, Ellahham S. Benefits and risks of sauna bathing. *Am J Med*. 2001; 110: 118–126.
7. Solonin IuG, Katsiuba EA. Thermoregulation and blood circulation in adults during short term exposure to extreme temperatures. *Fiziol Cheloveka*. 2003; 29(2): 67–74.
8. Gleeson M, Greenhaff PL, Leiper JB, Marlin DJ, Maughan RJ, Pitsiladis Y. Odwodnienie, nawadnianie i wysiłek w gorącym otoczeniu. *Med Sport*. 2001; 5(2): 99–109.
9. Pokora I. Wpływ krótkotrwałej aklimacji cieplnej na reakcje organizmu na wysiłek ekscentryczny i koncentryczny u mężczyzn. *Katowice Wydawnictwo AWF*, 2009.
10. Szyguła Z. Wszystko o saunie – wpływ na organizm i wydolność sportowca. *Sport Wyczyn*. 1995; 5–6: 53–62.
11. Nguyen Y, Naseer N, Frishman WH. Sauna as a therapeutic option for cardiovascular disease. *Cardiol Rev*. 2004; 12(6): 321–324.
12. Crinnion W. Components of practical clinical detox programs--sauna as a therapeutic tool. *Altern Ther Health Med*. 2007; 13(2):154–156.
13. Johansen LB, Videbæk R, Hammerum M, Norsk P. Underestimation of plasma volume changes in humans by hematocrit/hemoglobin method. *Am J Physiol*. 1998; 274(1): 126–130.
14. Kraemer RR, Brown BS. Alterations in plasma-volume-corrected blood components of marathon runners and concomitant relationship to performance. *Eur J Appl Physiol*. 1986; 55: 579–584.
15. Hänninen O. The sauna-stimulating and relaxing. *News Physiol Sci*. 1986; 1: 179–181.
16. Pokora I, Kwaśna K, Poprzęcki S. Odnowa zasobów wodnych po wysiłku u odwodnionych termicznie mężczyzn. *Post Med Lot*. 2005; 2(11): 133–139.
17. Wade CE. Hormonal regulation of fluid homeostasis during and following exercise. W: Warren MP, Constantini NW, (red.). *Contemporary endocrinology: sports endocrinology*. Totowa, NJ: Humana press Inc; 2000. p. 207–225.
18. Chorąży M, Kwaśny K. Wpływ sauny jako odnowy biologicznej na zachowanie się tętna i ciśnienia krwi u ludzi o różnym stadium wytrenowania. *Zeszyty Medyczo-Naukowe AWF w Katowicach*. 2005; 19: 249–258.
19. Simonson SR, Jackson CGR. Leucocytosis occurs in response to resistance exercise in men. *J Strength Cond Res*. 2004; 18(2): 266–271.
20. Natale VM, Brenner IK, Moldoveanu AI, Vasiliou P, Shek P, Shephard RJ. Effects of three different types of exercise on blood leukocyte count during and following exercise. *Sao Paulo Med J/Rev Paul Med*. 2003; 121(1): 9–14.
21. Pilch W, Szarek M, Gryka-Nowaczyk D, Kaczmarek M, Mirek W. The influence of physical effort in warm conditions on changing the white blood cells number in training and non-training men. *Antropomotoryka* 2010; 20 (51): 61–68.
22. Giannopoulos K, Karaś P, Tabarkiewicz J, Roliński J, Moszyńska A. The assessment of dendritic cell subsets and lymphocyte subpopulations after taking a finnish sauna. *Pol J Environ Stud*. 2005; 14: 109–113.
23. Pedersen BK, Hoffman-Goetz L. Exercise and the immune system: regulation, integration and adaptation. *Physiol Rev*. 2000; 80 (3): 1055–1081.
24. Kappel M, Hansen MB, Diamant M, Jorgensen JO, Gyhrs A, Pedersen BK. Effects of an acute bolus growth hormone infusion on the human immune system. *Horm Metab Res*. 1993; 25: 579– 585.
25. Blum N, Blum A. Beneficial effects of sauna bathing for heart failure patients. *Exp Clin Cardiol*. 2007; 12(1): 29–32.

# Effect of Finnish sauna baths on the white blood cells count in physically active young males

## Abstract

**Introduction.** Sauna treatments, often used in sports and recreation, are now of interest to a wide range of researchers. The aim of the study was to determine the effect of single and repeated Finnish sauna baths on plasma volume changes and quantitative alteration in leukocytes in physically active young males.

**Material and Methods.** The study enrolled 16 males aged 20–23, who had taken 10 Finnish sauna baths (within a one-month period of time) at a temperature of about 90°C, and humidity of 5–20%. Each bath was composed of three 15-minute attendances, with 2-minute cooling between heat exposures. Fasting blood samples were taken 6 times: before the first and tenth sauna, 10 minutes after the first and tenth sauna, and after 24 hours. The haematological variables were adjusted for plasma volume changes (% $\Delta$  PV).

**Results.** The study showed a decrease in body weight and plasma volume of the subjects after both the first and the last sauna. The highest average loss of plasma volume was recorded after the last sauna, as compared with the first treatment. There were no changes in the total number of leukocytes after the first or the tenth sauna. The increase in total white blood cell count was found 24 hours after the first and tenth sauna, but it was not significant. The number of neutrophils rose and the numbers of lymphocytes, monocytes and eosinophils declined after the first and last sauna.

**Conclusion.** The loss of plasma volume and weight loss due to heavy sweating was greater after 10 saunas, compared to a single treatment. A sauna does not alter the total number of leukocytes considering correction for plasma volume changes due to dehydration. A shift in the neutrophils/lymphocytes ratio in favour of neutrophils was noted, probably due to the effect of growth hormone and adrenaline.

## Key words

Finnish sauna, thermoregulation, leukocytes