

Ewa DZIUBAN

POLITECHNIKA RZESZOWSKA, ZAKŁAD METROLOGII I SYSTEMÓW POMIAROWYCH

Wpływ bodźca stresującego na temperaturę skóry człowieka

Dr inż. Ewa DZIUBAN



Adiunkt w Zakładzie Metrologii i Systemów Pomiarowych na Wydziale Elektrotechniki i Informatyki Politechniki Rzeszowskiej, członek Polskiego Towarzystwa Inżynierii Biomedycznej. Główne zainteresowania w dziedzinie metrologii oraz tematyka publikacji – pomiary biomedyczne, termometria. Ukończyła Wydział Elektroniki Politechniki Warszawskiej. Pracowała w Ośrodku Badań Rozwojowych WSK-PZL Rzeszów, a następnie w Politechnice Rzeszowskiej, gdzie w 1988 uzyskała stopień doktora nauk technicznych.

e-mail: edziuban@prz.edu.pl

Streszczenie

Przedstawiono wstępne wyniki badań polegających na poszukiwaniu mierzalnych parametrów fizykalnych reakcji organizmu człowieka poddanego stresowi. Eksperyment polegał na pomiarze temperatury pirometrem radiacyjnym w punktach skóry odległych od miejsca przykładania wstrząsu elektrycznego. Stwierdzono, że pod wpływem stresu w mierzonych miejscach nastąpiło obniżenie wartości temperatury od 0,09°C do 0,5°C w stosunku do stanu przed stymulacją. Wyniki takich badań mogą znaleźć zastosowanie w diagnozowaniu i terapii medycznej oraz identyfikowaniu osób działających pod wpływem stresu.

Słowa kluczowe: temperatura skóry, pirometr podczerwieni, bodziec elektryczny.

Human skin temperature after stressing stimulus

Abstract

This investigation examined the influence of electrical stress on regional skin temperature. An IR pyrometer measured skin temperature on left palm, while right palm was electrical stimulated. In span of ca 3 min registration temperature before, during and after stimulation was acquired of 3 subjects. Preliminary results revealed temperature decrease of 0.09°C 0.5°C. This finding would be valuable in medical diagnosis and therapy as well as in biometrics identification persons under stress.

Keywords: skin temperature, IR pyrometer, electrical stimulus.

1. Wprowadzenie

W medycynie i pomiarach biomedycznych dobrze znane są procedury polegające na oddziaływaniu na organizm pewnym rodzajem energii przyłożonej z zewnątrz i obserwowaniu jej skutków w celach diagnostycznych oraz terapeutycznych. Reakcje organizmu ludzkiego na zewnętrzną stymulację interesują lekarzy i psychologów, ale również inżynierów zajmujących się pomiarami fizykalnych parametrów ciała. Ci pierwsi szukają drogi umożliwiającej stawianie diagnozy w bardziej skomplikowanych patologich i chorobach cywilizacyjnych oraz do udzielania pomocy w różnych stanach psychicznych. Dla inżyniera wyzwanie stanowi określenie wielkości mierzonej, sposobu jej ujęcia i pomiaru. W piśmiennictwie z ostatnich kilku lat dotyczącym zagadnień pomiarów parametrów fizykalnych ciała spotyka się opisy badań reakcji organizmu na bodźce zewnętrzne jak używki, czy stres [1, 2].

Artykuł przedstawia wyniki pomiaru i rejestracji temperatury jako odpowiedzi organizmu stresowanego za pomocą impulsów prądu elektrycznego o określonych parametrach, stosowanych w badaniach psychologicznych. Podczas eksperymentu monitorowano w krótkim przedziale czasu wartość temperatury skóry, którą mierzono metodą radiacyjną w punktach biologicznie aktywnych oddalonych od miejsca przyłożenia pobudzenia. Narzędziem pomiarowym był pirometr podczerwieni, który wskazywał temperaturę przed, podczas stymulacji i po jej zaprzestaniu.

2. Metoda badań

Celem przedstawianych badań był pomiar ilościowy zmian temperatury skóry w punktach biologicznie aktywnych na ciele człowieka pod wpływem stresującego zewnętrznego bodźca. Stanowią one kontynuację prac nad określeniem fizykalnych właściwości skóry [3].

Podstawy teoretyczne radiacyjnego pomiaru temperatury stanowią fizyczne prawa odpowiednio: Plancka (1) i Wiena (2), które opisują zależności pomiędzy długością fali pola elektromagnetycznego a temperaturą ciała doskonale czarnego emitującego tę falę w zakresie kąta bryłowego $d\Omega$.

$$P = \frac{2hf^3}{c^2} \frac{1}{\exp\left(\frac{hf}{kT}\right) - 1} df d\Omega, \quad (1)$$

gdzie: P jest mocą promieniowania, h jest stałą Plancka, f jest częstotliwością, c to prędkość światła, T to temperatura, zaś k jest stałą Boltzmanna

$$\lambda = 2899 / T [\mu\text{m}], \quad (2)$$

gdzie λ jest długością fali promieniowania, a T temperaturą.

Pomiary wykonano za pomocą pirometru IRtecP500+, którego wybrane parametry zestawiono poniżej

- zakres widmowy: 8...14μm;
- dokładność: ±(1% wartości odczytanej +1°C);
- powtarzalność: ± 0.5% wartości odczytanej;
- stabilność termiczna: ±0.01% zakresu/°C;
- czas próbkowania: 300ms;
- emisyjność: nastawialna w zakresie 0.10...1.00;
- interfejs: dwukierunkowy, TTL/RS232;
- pamięć: 500 komórek indeksowanych etykietami;
- funkcje arytmetyczne: max, min, różnica, średnia;

Rejestrowanie przebiegu temperatury w funkcji czasu zrealizowano dzięki połączeniu za pomocą złącza RS 232 z komputerem klasy PC.

Do zdawania bodźców wykorzystano stymulator elektryczny (Finger Stimulator) firmy Coulbourn Instruments, model Z13-22. Przyrząd ten jest generatorem impulsów wstrząsowych o wysokim napięciu, lecz niedużej energii. Dwa potencjometry umożliwiają niezależną regulację częstotliwości powtarzania oraz wartości energii impulsów. Pomimo, że wytwarzany jest impuls o wysokim napięciu, zasilanie z baterii 9V oraz ograniczona energia impulsu nie stwarzają ryzyka dla zdrowia u zdrowych osób.

3. Opis eksperymentu

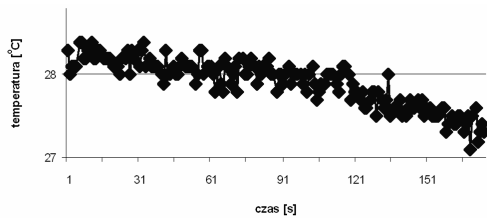
W badaniach uczestniczyło troje studentów ochotników (KB, KA, MA), których wcześniej poinformowano o metodzie i przeznaczeniu pomiarów i czekającym ich stresie. Pomiary wykonano na lewej ręce, na skórze zdrowej, czystej i suchej: w punkcie P1, na wierzchu dłoni (punkt JG4 na meridianie jelita grubego) i punkcie P2 na wewnętrznej stronie nadgarstka (punkt P9 na meridianie płuca). Współczynnik emisyjności skóry ϵ w takim przypadku wynosi 0,98 i taką wartość wprowadzono do pirometru. W laboratorium przeznaczonym do badań psychologicznych temperatura mieściła się w granicach 22-22,5°C, brak okien wykluczał przypadkowe przeciągi. Badana osoba przyjmowała naturalną pozycję ciała. Elektrody stymulatora zakładano na dwa palce prawej ręki. Częstotliwość powtarzania impulsów bodźcowych ze stymulatora Z13-22 wynosiła 45Hz, a wartość prądu impulsu 5mA dobrano drogą prób na własnej skórze [4].

U każdej z osób na lewej ręce kolejno w każdym z dwóch punktów wykonano ciągłą rejestrację temperatury w funkcji czasu

w przedziale, który obejmował stany: przed stymulacją, podczas działania bodźca stresującego oraz po ustaniu bodźca. Sumaryczny czas pomiaru temperatury w jednym punkcie wynosił około 3 minut, w tym czasie bodziec stresujący trwał około 5s i zaczynał się po upływie około 60-90s od startu rejestracji temperatury. Interwał czasu pomiędzy kolejnymi zapisami do pamięci pirometru IRtec500+ wynosił 1s.

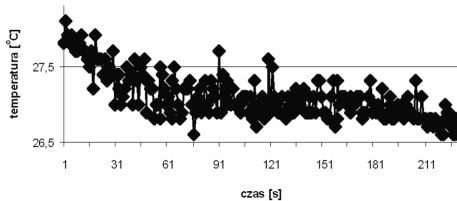
4. Wyniki pomiarów

W wyniku eksperymentu otrzymano 6 zapisów przebiegu zmian temperatury u dwóch kobiet i mężczyzny. Przykładowe krzywe odzwierciedlające reakcję organizmu w postaci zmian temperatury skóry po zadaniu bodźca stresującego pokazano na rysunkach 1 i 2.



Rys. 1. Wykres temperatury osoby KB w punkcie P1, stymulacja trwała od 65 do 70 sekundy zapisu

Fig. 1. Temperature plot at point P1 of person KB, stimulation from 65-th to 70-th seconds



Rys. 2. Wykres temperatury osoby KB w punkcie P2, stymulacja trwała od 65 do 70 sekundy zapisu

Fig. 2. Temperature plot at point P2 of person KB, stimulation from 65-th to 70-th seconds

Poniżej zestawiono w tabelach parametry statystyczne wszystkich wyników rejestracji:

Tab. 1. Parametry statystyczne temperatury przed i po użyciu stymulatora: osoba KB, punkt P1

Tab. 1. Statistical parameters of temperature before and after stimulation: person KB, point P1

zmienna	T °C przed	T °C po
liczba próbek	65	110
średnia arytmetyczna	28,14	27,70
Mediana	28,1	27,7
maksimum	28,4	28,1
Minimum	27,8	27,1

Tab. 2. Parametry statystyczne temperatury przed i po użyciu stymulatora: osoba KB, punkt P2

Tab. 2. Statistical parameters of temperature before and after stimulation: person KB, point P2

zmienna	T °C przed	T °C po
liczba próbek	65	219
średnia arytmetyczna	27,41	26,87
Mediana	27,4	26,9
maksimum	28,1	27,7
Minimum	26,8	26,2

Tab. 3. Parametry statystyczne temperatury przed i po użyciu stymulatora: osoba KA, punkt P1

Tab. 3. Statistical parameters of temperature before and after stimulation: person KA, point P1

zmienna	T °C przed	T °C po
liczba próbek	46	39
średnia arytmetyczna	29,87	29,76
mediana	29,9	29,8
maksimum	30,1	29,9
minimum	29,6	29,6

Tab. 4. Parametry statystyczne temperatury przed i po użyciu stymulatora: osoba KA, punkt P2

Tab. 4. Statistical parameters of temperature before and after stimulation: person KA, point P2

zmienna	T °C przed	T °C po
liczba próbek	65	151
średnia arytmetyczna	28,85	28,50
mediana	28,8	28,5
maksimum	29,7	29
minimum	28,2	28,2

Tab. 5. Parametry statystyczne temperatury przed i po użyciu stymulatora: osoba MA, punkt P1

Tab. 5. Statistical parameters of temperature before and after stimulation: person MA, point P1

zmienna	T °C przed	T °C po
liczba próbek	65	132
średnia arytmetyczna	29,64	29,55
mediana	29,6	29,6
maksimum	30	29,9
minimum	29,3	28,9

Tab. 6. Parametry statystyczne temperatury przed i po użyciu stymulatora: osoba MA, punkt P2

Tab. 6. Statistical parameters of temperature before and after stimulation: person MA, point P2

zmienna	T °C przed	T °C po
liczba próbek	65	142
średnia arytmetyczna	26,56	26,19
mediana	26,6	26,3
maksimum	26,8	26,8
minimum	26,2	25,6

5. Omówienie wyników i wnioski

Rezultatem przedstawionych badań jest stwierdzenie, że działanie stresu w postaci wstrząsu elektrycznego, jaki jest stosowany w badaniach psychologicznych, wywołuje reakcję organizmu, którą można zarejestrować w postaci zmian temperatury skóry. Jak wynika z prezentowanych badań średnie arytmetyczne temperatury zarejestrowanych po stymulacji były niższe od wartości stanu wyjściowego w zakresie od 0,09°C do 0,5°C.

Ponieważ użyto metody radiacyjnej pomiaru temperatury, można wnioskować, że w efekcie stresu nastąpiło krótko-okresowe obniżenie intensywności promieniowania fal elektromagnetycznych emitowanych przez skórę człowieka w badanych punktach.

Kolejnym krokiem w badaniach parametrów fizykalnych skóry człowieka będzie zastosowanie kamery termowizyjnej obrazującej całą powierzchnię skóry, a nie tylko wybrane punkty.

Wyniki proponowanych badań mogą znaleźć zastosowanie w diagnostyce i terapii medycznej oraz w biometrycznej identyfikacji osób w stanie stresu.

Podziękowania dla Zakładu Psychologii Motywacji i Emocji Katolickiego Uniwersytetu Lubelskiego i dr M. Jonsona za cenne uwagi i rady oraz udostępnienie specjalistycznej aparatury f-mey Coulbourn Instruments i laboratorium.

6. Literatura

- [1] Pascoe D.D., Strecker E., Foster B., Purohit R.C., Regional Human Skin Temperatures after Caffeine Ingestion, 10th European Congress of Medical Thermology, 9th National Congress of the Polish Association of Thermology, 19th Thermological Symposium of the Austrian Society of Thermology, Zakopane/ Poland, 15- 17 September 2006
- [2] Kim K.H., Bang S.W., Kim S.R., Emotion recognition system using short-term monitoring of physiological signals, IFMBE:2004, Medical & Biological Engineering & Computing 2004, vol. 42, 419-427
- [3] Dziuban E., In vivo thermal effects at biological active points, Wymiarowa technika ta metrologia, nr 65, 2005, 96- 100
- [4] Stec M., Powierzchniowy pomiar różnic temperatury na skórze człowieka, praca dyplomowa magisterska pod kierunkiem E. Dziubana. Rzeszów 2006.