

Wpływ symetrii ćwiczeń na rozkład temperatury górnej części ciała

Effect of exercise symmetry on the temperature distribution in the upper part of the human body

Jan Awrejcewicz, Bartłomiej Zagrodny

Katedra Automatyki i Biomechaniki, Politechnika Łódzka, ul. Stefanowskiego 1/15, 90-924 Łódź, tel. +48 42 631 22 00, e-mail: b.zagrodny.pl@gmail.com

Streszczenie

W artykule zaprezentowano wyniki oceny termowizyjnej symetrii ćwiczeń fizycznych. Celem badań była analiza wpływu asymetrii pracy mięśni na rozkład temperatury ciała i porównanie ich z ćwiczeniami wykonywanymi symetrycznie. Analizowano wpływ ćwiczeń na mięśnie obręczy barkowej, przede wszystkim na zginacze, prostowniki, przywodziciele i odwodziciele ramion oraz przedramion. Wykazano, że za pomocą termowizji można wykryć asymetrię wykonywanych ćwiczeń fizycznych.

Słowa kluczowe: termografia, mięśnie, ćwiczenia asymetryczne

Abstract

The thermal imaging camera was used to examine the physical exercises symmetry. The influence of muscle work asymmetry on the body temperature distribution, was studied. The results were compared with the effects of symmetrically performed exercises. The study was focused on the girdle muscles, in particular on arm and forearm flexors and extensors, abductors and adductors. It was demonstrated that the asymmetry of physical exercises may be stated by thermovision.

Key words: thermography, muscles, asymmetric exercises

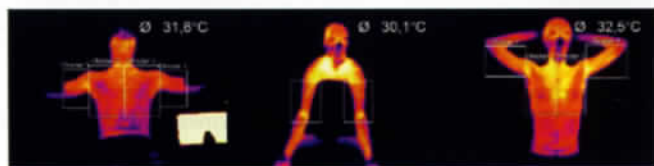
Wprowadzenie

Podczas jednego cyklu skurczu mięśnia jego temperatura wzrasta o ok. 0,003 K [1]. Energia cieplna powstająca w tym procesie jest następnie odprowadzana przez krew oraz transmitowana do sąsiednich tkanek [2]. Różne procesy mogą być uwidocznione w badaniu termowizyjnym, które może również być wykorzystane do oceny patologii [3–9]. W okolicach pracujących mięśni wzrasta temperatura skóry. Celem badania była ocena symetrii pracy mięśni kończyny górnej za pomocą termowizji.

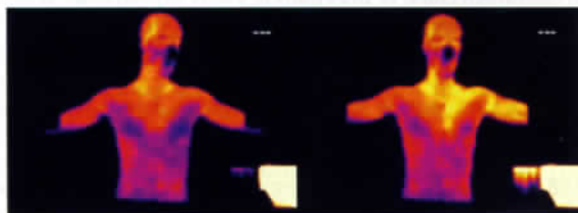
Metodologia badań

Wykonano trzy rodzaje doświadczeń: 1 – zginanie przedramienia na ławce Larry'ego Scotta bez unoszenia łokcia (ćwiczenie głównie zginaczy przedramienia, szczególnie mięśnia dwugłowego), 2 – wyciskanie sztangi w szerokim nachwycie w leżeniu poziomym (ćwiczenie mięśni trójgłowych i piersiowych) oraz 3 – rozpiętki z wykorzystaniem przyrzędu – przywodzenie ramion na urządzeniu (ćwiczenie głównie mięśni piersiowych – tzw. motylek). W ćwiczeniach stosowano różne obciążenia lewej i prawej kończyny w celu obserwacji wpływu asymetrycznego obciążenia na kształtowanie się temperatury mięśni górnej części ciała. Następnie badano różnice rozkładu temperatury pomiędzy odpowiadającymi obszarami ciała. Różnice w obciążeniu kształtowały się następująco: 2,5 kg – ćwiczenie

bicepsa, 5 kg – wyciskanie sztangi, 5 kg – rozpiętki. Zdjęcia termowizyjne rejestrowano tuż przed ćwiczeniem, w jego trakcie, zaraz po jego zakończeniu oraz minutę i dwie minuty po wykonaniu ćwiczenia. Termogramy analizowano za pomocą oprogramowania Optris PI Connect. W przypadku zginaczy przedramienia wybrano dwa obszary pomiarowe, obejmujące lewe i prawe ramię – obszar bicepsa. W przypadku motylka i wyciskania sztangi analizowano cztery obszary pomiarowe, obejmujące lewe i prawe ramię oraz lewą i prawą część klatki piersiowej (rys. 1).



Rys. 1 Obszary pomiarowe: rozpiętki, zginanie przedramienia i wyciskanie sztangi. Przykładowe termogramy przed rozpoczęciem ćwiczeń



Rys. 2 Przykładowe termogramy przed ćwiczeniem i po jego zakończeniu (mięsień piersiowy)

W badaniach wykorzystano kamerę termowizyjną PI Optris, pracującą w zakresie długości fal 7,5–13 μm , rejestrującą obrazy o rozdzielczości temperaturowej 0,08 K. Termogramy rejestrowano z odległości ok. 3 m [9]. Emisyjność skóry przyjęto na poziomie 0,97. W trakcie badań zapewniono stałą temperaturę 25°C i wilgotność pomieszczenia ok. 55%, zgodnie z wytycznymi European Thermographic Association [10]. Przed doświadczeniem zapewniono badanym 15-minutowy okres adaptacyjny w celu wyrównania temperatury ciała oraz przyzwyczajenia się do pomieszczenia, w którym prowadzono badania. Wszyscy uczestnicy byli zdrowymi ochotnikami, których przed doświadczeniem poinformowano o celu, zakresie oraz czasie trwania badania.

Wyniki

W każdym ćwiczeniu brało udział pięć osób, które w jednym cyklu wykonywały po dwadzieścia powtórzeń z dowolną częstotliwością. Dane biometryczne uczestników zaprezentowano w tabeli 1. Średnie temperatury w obserwowanych obszarach umieszczono w tabeli 2. W badaniu wzięli udział zdrowi, wysportowani mężczyźni w wieku od 22 do 27 lat. Niewielka warstwa tkanki tłuszczowej nie wpływała na jakość pomiarów termowizyjnych [11].

Tabela 1 Dane biometryczne uczestników badania

Badany	Wiek [lata]	Wzrost [m]	Masa ciała [kg]	BMI	Obwód ramienia [cm]		Obwód klatki piersiowej [cm]	
					Rozkurcz	Skurcz	Wydech	Wdech
1	27	1,8	68	21,0	27,5	32	92,5	96
2	22	1,8	80	24,7	31,5	36	98	106
3	22	1,75	81	26,4	30	35,3	99,5	104
4	25	1,86	78	22,5	31	36,5	100	103,5
5	27	1,83	75	22,4	28	32,5	91	95
średnia	24,60	1,81	76,40	23,41	29,60	34,46	96,20	100,90

Tabela 2 Średnie różnice temperatur obserwowanych obszarów ciała przed ćwiczeniem i po jego zakończeniu

Ćwiczenie	Zginanie przedramienia		Wyciskanie sztangi				Rozpiętki (przywodzenie ramion)			
	Ramiona		Tors		Ramiona		Tors		Ramiona	
	przed	po	przed	po	przed	po	przed	po	przed	po
1	0,4	0,8	0,2	0,3	0	0,4	0	0,5	0,1	0,7
2	0	1,2	0	0,1	0,3	0,4	0	0,2	0	0,3
3	0,1	0,5	0	0,1	0,2	0,4	0,2	0,3	0	0,7
4	0,2	0,5	0,1	0,5	0,2	0,3	0,1	0,3	0,1	0,3
5	0	0,4	0,2	0,5	0,3	0,7	0,1	0,2	0,1	0,5
średnia	0,14	0,68	0,10	0,30	0,20	0,44	0,08	0,30	0,06	0,50
odchylenie standardowe	0,17	0,33	0,10	0,20	0,12	0,15	0,08	0,12	0,05	0,20
mediana	0,10	0,80	0,00	0,10	0,20	0,40	0,00	0,30	0,00	0,70

Podziękowania

Badania zostały wsparte przez program „Mistrz” Fundacji na Rzecz Nauki Polskiej.

Stwierdzono, że rozkład temperatury w badanych obszarach, pomimo 15-minutowego okresu adaptacyjnego przed ćwiczeniem, nie zawsze był symetryczny. Może to wynikać z asymetrycznej budowy ciała, wady postawy, przepływu krwi lub innych czynników.

Po ćwiczeniach obserwowano różnicę temperatur w badanych obszarach ciała. W przypadku, kiedy początkowa temperatura strony nieobciążanej była wyższa niż obciążanej, obserwowano początkowo spadek różnicy temperatur, a po osiągnięciu przez stronę obciążoną temperatury wyższej – wzrost różnicy.

Przed ćwiczeniami w obszarach odpowiadających mięśniom dwugłowym zarejestrowano średnią różnicę temperatur równą 0,14 K, a po ćwiczeniu średnia różnica temperatur wzrosła do 0,68 K (wzrost o 0,54 K). W przypadku mięśnia piersiowego początkowa średnia różnica temperatur wynosiła poniżej 0,1 K, a po ćwiczeniach zaobserwowano wzrost do 0,3 K (przyrost 0,21 K). Natomiast w okolicy ramion początkowa różnica wynosiła 0,06 K, po czym wzrosła do 0,5 K (wzrost o 0,44 K). Podobnie w przypadku wyciskania sztangi początkowe różnice temperatur w obszarze klatki piersiowej kształtowały się przeciętnie na poziomie 0,1 K, po ćwiczeniu wzrastały do 0,3 K (wzrost o 0,2 K). W okolicy ramion zaś wynosiły odpowiednio 0,2 K przed ćwiczeniem i 0,44 K po zakończeniu (średni wzrost o 0,24 K).

Wnioski

Termogramy pozwalają na szybką analizę jakościową wykonywanych ćwiczeń, a uzupełnione o analizę ilościową pozwalają na precyzyjniejszą ich ocenę.

W badaniach potwierdzono, że w przypadku przywodzenia ramion (motylka) pracują głównie następujące mięśnie: mięsień piersiowy większy, szczególnie w części mostkowo-żebrowej, oraz mięsień ramienia, w tym mięsień kruczo-ramienny. W przypadku zginania przedramienia odpowiedzialne za wykonywane ruchy jest mięsień dwugłowy (obie głowy) oraz mięsień ramienny. W przypadku wyciskania sztangi pracują mięśnie piersiowy większy oraz trójgłowy.

Analiza termogramów wykazała, że początkowe średnie temperatury lewych i prawych części ciała były różne. Otrzymałe wyniki są zgodne z prezentowanymi w literaturze przedmiotu [3]. ■

Literatura

1. J. Mrozowski, J. Awrejcewicz: *Wstęp do biomechaniki*, Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, Łódź 2004.
2. J. Cooper, W.C. Randall, A.B. Hertzman: *Vascular convection of heat from active muscle to overlying skin*, Journal of Applied Physiology, vol. 14, 1959, s. 207-211.
3. J. Anwajler, K. Dudek: *Ocena aktywności wybranej grupy mięśni na podstawie pomiaru zmian temperatury powierzchni ciała*, Inżynieria Biomedyczna – Acta Bio-Optica et Informatica Medica, vol. 15, 2009, s. 20-22.
4. M. Chudecka, A. Lubkowska, A. Kempieńska-Podhorodecka: *Termowizyjna ocena zmian temperatury na powierzchni kończyn górnych u zawodników uprawiających waterpolo*, Inżynieria Biomedyczna – Acta Bio-Optica et Informatica Medica, vol. 16, 2010, s. 334-338.
5. H. Zaidi, R. Taiar, S. Sohanno, G. Polidori: *The influence of swimming type on the skin temperature maps of a competitive swimmer from infrared thermography*, Acta of Bioengineering and Biomechanics, vol. 9(1), 2007, s. 47-51.
6. M. Chudecka, A. Lubkowska: *Temperature changes of selected body's surfaces of handball players in the course of training estimated by thermovision and the study of the impact of physiological and morphological factors on the skin temperature*, Journal of Thermal Biology, vol. 35, 2010, s. 379-385.
7. A. Dyszkiewicz, J. Kuna: *Simplified analysis of spine thermovision picture in diagnostics of scolioses*, Acta of Bioengineering and Biomechanics, vol. 3(1), 2001, s. 93-99.
8. S. Dragan, H. Konik, A. Prastowski, W. Orzechowski: *Application of thermography in diagnostics and prognostication of scoliosis treatment*, Acta of Bioengineering and Biomechanics, vol. 4(1), 2002, s. 64-70.
9. M. Tkačova, R. Hudak, P. Foffova, J. Zicak: *An importance of camera – subject distance and angle in musculoskeletal applications of medical thermography*, Acta Electrotechnica et Informatica, vol. 10(2), 2010, s. 57-60.
10. J. Zuber, A. Jung: *Metody termograficzne w diagnostyce medycznej*, wyd. Bomar marketing 1997.
11. R.L. Huston: *Principles of Biomechanics*, CRC Press, Londyn, Nowy Jork 2009.

otrzymano / received: 06.06.2011
poprawiono / corrected: 05.09.2011
zaakceptowano / accepted: 25.09.2011