Zastosowanie obrazowania termicznego w stomatologii – praca pilotażowa

The applications of thermal imaging in dentistry – pilot study

Teresa Kasprzyk[1], *Karolina Bałamut*[1], *Michał Kaszuba*[2], *Natalia Kaszuba*[2], *Agata Stanek*[3], *Karolina Sieroń*[4], *Ewelina Kopczyńska*[5], *Armand Cholewka*[1], *Tadeusz Morawiec*[5]

[1] Zakład Fizyki Medycznej, Instytut Fizyki im. A. Chełkowskiego, Uniwersytet Śląski, Uniwersytecka 4, 40-007 Katowice, tel. +48 888 140 741, e-mail: ter.kasprzyk@gmail.com

[2] Instytut Stomatologii w Katowicach, Łabędzia 2, 40-534 Katowice

[3] Katedra i Oddział Kliniczny Chorób Wewnętrznych, Angiologii i Medycyny Fizykalnej, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach, Batorego 15, 41-902 Bytom

[4] Wydział Nauk o Zdrowiu w Katowicach, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach, Zakład Medycyny Fizykalnej Katedry Fizjoterapii, Medyków 12, 40-752 Katowice

[5] Zakład Chirurgii Stomatologicznej Katedry i Kliniki Chirurgii Czaszkowo-Szczękowo-Twarzowej i Chirurgii Stomatologicznej ŚUM Wydziału Lekarskiego z Oddziałem Lekarsko-Dentystycznym w Zabrzu, Plac Akademicki 17, 41-902 Bytom

Streszczenie

Zastosowanie termowizji w różnorodnych dziedzinach nauki i medycyny z roku na rok staje się coraz bardziej popularne. Analiza zmian metabolicznych tkanek i narządów przy użyciu pomiarów termowizyjnych dostarcza coraz to nowych informacji diagnostycznych.

Celem niniejszej pracy była próba analizy zmian metabolicznych pacjentów poddanych chirurgicznemu usunięciu trzecich zębów trzonowych w trakcie zabiegu oraz do 7 dni po wykonanej ekstrakcji.

Przeprowadzone badania na grupie 6 pacjentów pokazały zależności gradientów temperatury w konkretnych fazach regeneracji tkanek po zabiegu chirurgicznym. Ponadto otrzymane mapy termiczne wykazały korelacje pomiędzy lokalizacją stanu zapalnego a występowaniem podwyższonej temperatury na powierzchni policzka pacjentów. Wstępne pomiary mogą wskazywać na przydatność metody obrazowania termicznego w procedurach stomatologicznych.

Słowa kluczowe: obrazowanie termiczne, trzecie zęby trzonowe, zabieg chirurgiczny

Abstract

The applications of thermal imaging year and the year has become more popular in different science and medicine areas. The thermal analysis of tissue and organs metabolism changes can provide researchers new diagnostic informations.

The aim of the study was to use thermal imaging to analyze the tissue metabolical changes after the surgical removal of retained third molar teeth. The imaging was done before, after and till 7 days after the procedure.

Measured group contains 6 patients. The temperature gradients were showed for the different regeneration phases after the surgical interaction. Moreover the thermal images are correlated with the inflammation area due to occure the area of higher temperature. The results may indicate that thermal imaging is useful as a diagnostic tool in stomatological procedures.

Key words: obrazowanie termiczne, trzecie zęby trzonowe, zabieg chirurgiczny

otrzymano / received:
22.02.2018
poprawiono / corrected:
06.03.2018
zaakceptowano / accepted:
09.03.2018

Wprowadzenie

Termografia w podczerwieni jest nieinwazyjną i bezpieczną metodą obrazowania, która zyskuje coraz większe uznanie w diagnostyce [1]. Temperatura powierzchni ciała ludzkiego podlega ciągłym zmianom, co bezpośrednio związane jest ze stanem metabolicznym tkanek i narządów wewnętrznych [2, 3]. Sprzężenie to pozwala na wykorzystanie obrazowania termicznego nie tylko w samej diagnostyce procesów chorobowych, lecz także ocenie postępów terapii czy procesach gojenia się ran [1, 4, 5].

Zasada działania kamery termowizyjnej polega na rejestracji promieniowania podczerwonego, które emitowane jest przez każde ciało o temperaturze wyższej od zera bezwzględnego, tj. 0 K. W ogólności promieniowanie to skupiane jest przez układ optyczny kamery na detektorze, który przekształca je na sygnał elektryczny. Kolejnym krokiem jest przetworzenie tego sygnału na kolorową mapę termiczną przez układ elektroniczny [4].

W praktyce medycznej termowizja pojawiła się dopiero w drugiej połowie ubiegłego wieku. Jednak jej zastosowanie jako metody diagnostycznej niesie za sobą pewne ograniczenia oraz ścisłe wytyczne, których przestrzeganie pozwala na rejestrację obrazów termicznych niosących niezwykle istotne diagnostycznie informacje na temat stanu zdrowia pacjenta [2, 5-7].

Interpretacja map termicznych pacjentów poddanych zabiegom stomatologicznym może pozwolić na wstępną ocenę stanów zapalnych przyzębia, stanów zapalnych zatok przynosowych, chorób stawu skroniowego oraz ocenę efektów zastosowanego leczenia [8, 9].

Chirurgia stomatologiczna

Z definicji jako chirurgię stomatologiczną określamy dział medycyny zajmujący się obszarem jamy ustnej, kości szczękowych oraz tkanek okalających. W jej zakresie wykonywane są m.in. zabiegi operacyjnego usuwania zębów zatrzymanych, resekcje wierzchołka korzenia czy leczenie powikłań ropni [10, 11].

Zęby zatrzymane są jednym z najczęstszych schorzeń powodujących zaburzenia położenia zębów czy powstawania wad zgryzu. Są one w pełni wykształconymi zębami, które na skutek różnorodnych czynników nie uległy wyrznięciu. W dużej mierze przyczyną retencji są zaburzenia hormonalne, urazy i wady wrodzone czy rozbieżności pomiędzy rozmiarem a ilością zębów. Najczęściej występującym przypadkiem zęba zatrzymanego jest trzeci ząb trzonowy, zwany potocznie zębem mądrości [11].

Wśród wskazań do operacyjnego usunięcia zęba zatrzymanego wyróżnia się stany zapalne, torbiele zawiązkowe oraz ryzyko wystąpienia wad zgryzu i dysfunkcji stawu skroniowo-żuchwowego [10]. Procedura operacyjnego usunięcia trzeciego trzonowego zęba zatrzymanego oparta jest na kwalifikacji pacjenta do zabiegu poprzez analizę zdjęcia pantomograficznego twarzy przez chirurga stomatologa. Każdorazowo zabieg poprzedzony jest zastosowaniem znieczulenia, a sama procedura chirurgiczna rozpoczyna się od nacięcia błony śluzowej wraz z okostną, odwarstwienia płata śluzówkowo-okostnowego, by następnie przejść do części zasadniczej, w której następuje wytwarzanie zęba przy użyciu dźwigni prostej. W przypadku bardziej skomplikowanych położeń zęba zatrzymanego oddzielona zostaje korona od korzenia, a ząb usuwany jest fragmentarycznie. Zabieg kończy się poprzez założenie szwów na powstałą ranę [11, 12].

Materiał i metody

W badaniu udział wzięło 6 pacjentów ze wskazaniem do operacyjnego usunięcia trzeciego trzonowego zęba zatrzymanego. Badania przeprowadzono za zgodą Komisji Bioetycznej przy Śląskiej Izbie Lekarskiej zgodnie z uchwałą nr 37/2016. Wszystkie pomiary odbyły się w placówce ComfortDent w Katowicach, w ściśle określonych, powtarzalnych warunkach pomieszczenia pomiarowego (powierzchnia pomieszczenia > 10 m², wilgotność powietrza: 43±5%, temperatura pomieszczenia: 19±1°C). Szczególną uwagę zwracano na proces adaptacji temperatury pacjentów do temperatury otoczenia, który trwał 20±5 min i pozwolił na wyeliminowanie wpływu czynników zewnętrznych na pomiar. Każdy pacjent został poinformowany o przeciwwskazaniach do uczestniczenia w badaniu, tj. stosowanie używek, wykonywanie ćwiczeń fizycznych, zażywanie kąpieli słonecznych czy stosowanie środków przeciwbólowych i przeciwzapalnych w okresie 24 h przed badaniem.

Obrazowanie termiczne zostało przeprowadzone przed zabiegiem, bezpośrednio po zabiegu oraz w pierwszej, czwartej i siódmej dobie po zabiegu.

Wykorzystano kamerę termowizyjną FLIR Systems E60, a pomiar wykonywano z odległości 0,8±0,1 m, a mapa termiczna powierzchni twarzy prezentowana była w płaszczyźnie strzałkowej.

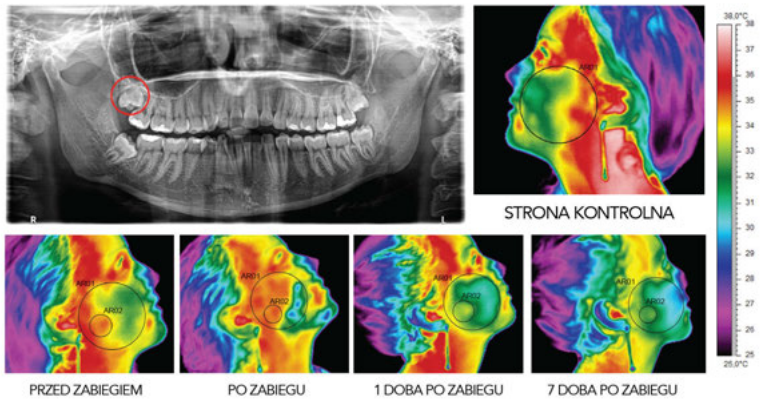
Wyniki i dyskusja

Na podstawie termogramu przed zabiegiem przedstawionego na rysunku 1 można zauważyć wyraźnie odznaczające się miejsce występowania stanu zapalnego.

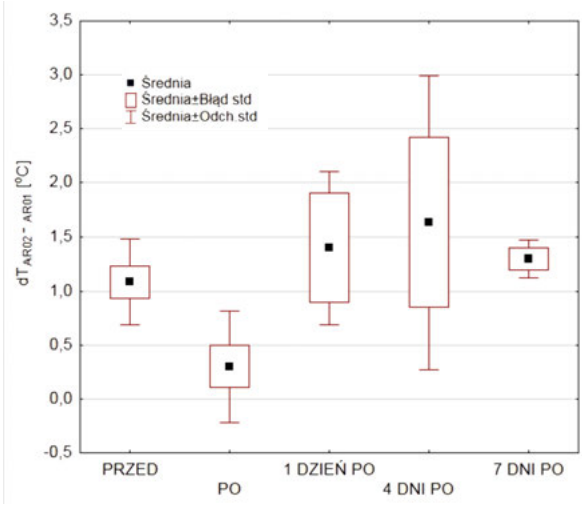
Interesująca wydaje się być także zmiana mapy termicznej bezpośrednio po zabiegu – widoczne są miejsca o niskiej temperaturze odzwierciedlające zapewne ingerencję narzędziami chirurgicznymi oraz odsysanie i płukanie jamy ustnej w trakcie zabiegu. Normowanie się temperatury twarzy wraz z upływem czasu po zabiegu świadczyć może o uruchomieniu procesów naprawczych i ustąpieniu stanów zapalnych.

Zmiany w gradiencie temperatury pomiędzy obszarem stanu zapalnego (AR02) a obszarem policzka AR01 przedstawiono na rysunku 2.

Wykres (Rys. 2) ilustruje zmiany średnich różnic temperatur obszaru trzeciego zęba trzonowego oraz powierzchni policzka po stronie wykonywanego zabiegu przed zabiegiem, bezpośrednio po, w pierwszej i czwartej dobie oraz siedem dni po zabiegu.



Rys. 1 *Obrazy termiczne reprezentatywnej pacjentki wraz ze zdjęciem pantomograficznym wskazującym na miejsce wykonania zabiegu. Obrazy termiczne wykonano dla strony kontrolnej oraz przed, po, w pierwszej i siódmej dobie po zabiegu*
Źródło: Opracowanie własne.



Rys. 2 *Wykres ilustrujący zmiany średnich różnic temperatur obszaru trzeciego zęba trzonowego (AR02) oraz powierzchni policzka (AR01) po stronie wykonywanej ekstrakcji – przed zabiegiem, bezpośrednio po, w pierwszej, czwartej oraz siódmej dobie po zabiegu*
Źródło: Opracowanie własne.

Przeprowadzone badania pokazały, iż przed zabiegiem temperatura obszaru zlokalizowanego w okolicy trzeciego zęba trzonowego przyjmowała zawsze najwyższe wartości w porównaniu z obszarem policzka, po stronie której wykonywany był zabieg. Podobnie jak w przypadku mapy termicznej zaprezentowanej na rysunku 1 można sformułować tezę, że w miejscu tym występuje stan zapalny, który może być korelowany z konkretnym zębem. Po zabiegu różnica temperatur tych obszarów zbliża się do wartości zerowej, co spowodowane jest ingerencją w tkanki oraz działaniem zastosowanych leków, podnosząc temperaturę również okolicznych tkanek.

W kolejnych dniach po zabiegu chirurgicznym następuje wzrost gradientu temperatury, który w czwartej dobie po zabiegu przyjmuje wartość większą niż 1,5°C. Najprawdopodobniej zachodzi to na skutek zainicjowania się w organizmie procesów naprawczych i regeneracji tkanek w miejscu ekstrakcji zęba. Powszechnie wiadomo, że podczas procesów gojenia się ran i regenerowania tkanek mamy do czynienia z procesami zależnymi od energii, a co za tym idzie – ze zwiększonym metabolizmem, który przekłada się na wzrost temperatury w danym obszarze [5, 13].

Niewielki spadek tych wartości obserwowany w siódmej dobie po zabiegu może świadczyć o ustępowaniu stanu zapalnego po wykonanym zabiegu, jednakże procesy naprawcze w naszym organizmie są procesami długotrwałymi, stąd najprawdopodobniej zrównanie gradientu temperatury do wartości zerowej wymaga dłuższego czasu [10, 11].

Wnioski

Na podstawie przeprowadzonych wstępnych badań oraz ich analizy można przypuszczać, iż obrazowanie termiczne może być pomocne w diagnozowaniu stanów zapalnych związanych z zatrzymaniem trzeciego zęba trzonowego, gdyż jego umiejscowienie koreluje z mapą termiczną badanego obszaru. Ponadto parametry termiczne uzyskane po zabiegu stomatologicznym odzwierciedlają opisane w literaturze procesy naprawcze zachodzące w organizmie.

Literatura

1. H. Madura (ed.): *Pomiary termowizyjne w praktyce, praca zbiorowa*, Agenda Wydawnicza PAKu, Warszawa 2004.
2. A. Cholewka, A. Stanek, A. Sieroń, Z. Drzazga: *Thermography study of skin response due to whole-body cryotherapy*, Skin Res Technol, 18(2), 2012, 180-187.
3. A. Cholewka, T. Kasprzyk, A. Stanek, K. Sieroń-Stołtny, Z. Drzazga: *May thermal imaging be useful in cyclist endurance tests?*, J Therm Anal Calor, 123(3), 2015, 1973-1979.
4. B. Więcek, G. De Mey: *Termowizja w podczerwieni – podstawy i zastosowanie*, Wydawnictwo PAK, Warszawa 2011.
5. I. Herman: *Physics of the Human Body*, New York, Springer 2016.
6. A. Baic, T. Kasprzyk, M. Rżany, A. Stanek, K. Sieroń, K. Suszyński, W. Marcol, A. Cholewka: *Can we use thermal imaging to evaluate the effects of carpal tunnel syndrome surgical decompression?*, Medicine, 96(39), 2017, e7982.
7. K. Ammer: *The Glamorgan Protocol for recording and evaluation of thermal images of the human body*, Thermol Int, 18(4), 2008, 125-129.
8. E. Marszał, K. Wojaczyńska-Stanek: *Badanie termograficzne w schorzeniach zatok obocznych nosa u dzieci*, Prz. Pediatr. 21(2), 1991, 128-133.
9. S. Żmuda, P. Zaborowski, M. Dąbrowski, R. Dulski: *Różnicowanie stanów fizjologicznych i patologicznych tkanek przyzębia w podczerwieni*, Mag Stom, 12(10), 2002, 54-58.
10. *Chirurgia szczękowo-twarzowa*, pod redakcją prof. dr. hab. med. S. Bartkowskiego, Podręcznik dla studentów i lekarzy, Wydanie III poprawione i rozszerzone, COLLEGIUM MEDICUM UJ, Kraków 1996, 115-146.
11. *Chirurgia szczękowo-twarzowa*, pod redakcją prof. dr. hab. med. L. Krysta, Wydanie III zmienione i uzupełnione, PZWL, Warszawa 1999, 55-67.
12. *Atlas zabiegów w chirurgii stomatologicznej*, pod redakcją doc. dr. hab. med. L. Krysta, Państwowy Zakład Wydawnictw Lekarskich, Warszawa 1977.
13. J. Kivisaari, T. Vihersaari, S. Renvall, J. Niinikoski: *Energy metabolism of experimental wounds at various oxygen environments*, Ann Surg, 181, 1975, 823.