

Stężenie TAC i TOS w ślinie użytkowników protez osiadających ruchomych

TAC and TOS concentration in the saliva of removable dentures users

Barbara Piechuta-Królczak, Jacek Kasperski, Hanna Trzeciak, Magdalena Wyszynska

Katedra Protetyki i Materialoznawstwa Stomatologicznego, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach, Wydział Nauk Medycznych w Zabrze

Department of Prosthodontics and Dental Material Science, Silesian Medical University in Katowice

Kierownik: prof. dr hab. n. med. Jacek Kasperski

HASŁA INDEKSOWE:

stres oksydacyjny, ślina, protezy ruchome osiadające

KEY WORDS:

oxidative stress, saliva, removable dentures

Streszczenie

Wprowadzenie. Jama ustna jest wyjątkowym miejscem w ludzkim ciele, które podlega wielu różnym czynnikom zewnętrznym. Wśród nich obecne są również substancje o znacznym potencjale utleniającym i zdolności generowania wolnych rodników tlenowych. Brak równowagi pomiędzy powstawaniem reaktywnych form tlenu (RFT) a zdolnościami antyoksydacyjnymi organizmu jest nazywany stresem oksydacyjnym. Organizmy bronią się przed toksycznym działaniem RFT za pomocą układu antyoksydacyjnego. Ważnym elementem ekosystemu jamy ustnej jest ślina. Ocena wskaźników stresu oksydacyjnego w ślinie może stanowić narzędzie do diagnozowania, monitorowania i leczenia niektórych chorób ogólnoustrojowych oraz schorzeń w obrębie jamy ustnej. Obecność protez, szczególnie rozległych protez płytowych oraz protez całkowitych, może powodować reakcję patologiczną organizmu na obecność ciała obcego.

Cel pracy. Ocena wpływu uzupełnień protezycznych na stężenie TAC i TOS w ślinie mieszanej użytkowników osiadających protez ruchomych.

Materiał i metody. Badania przeprowadzono wśród pacjentów Akademickiego Centrum Sto-

Summary

Introduction. The oral cavity is a unique part of the human body which is affected by many external factors. These include substances with oxidizing potential and the ability to generate free oxygen radicals. The imbalance between the formation of reactive oxygen species (ROS) and the body's antioxidant capacity is called oxidative stress. Organisms defend themselves against the toxic effects of ROS with the help of the antioxidant system. Saliva is an important biological fluid in the oral ecosystem. Evaluation of the oxidative stress markers in saliva may be a tool for diagnosis, monitoring, and treatment of several systemic diseases and oral ailments. The presence of dentures, especially large denture plates and full dentures, may result in a pathological reaction of the organism to the presence of a foreign body.

Aim of the study. To evaluate the influence of the prosthetic restorations on the TAC and TOS concentration in the mixed saliva of users of removable dentures.

Material and methods. Participants in this study were chosen from the patients of the Academic Center of Dentistry in Bytom. Patients

matologii w Bytomiu. Do badania zostali zakwalifikowani pacjenci użytkujący protezy całkowite oraz częściowe. Po badaniu stomatologicznym pobrano ślinę metodą absorpcyjną. Badanie przeprowadzono w godzinach porannych, a pacjenci zostali poproszeni o powstrzymanie się od zabiegów higienicznych, a także od jedzenia i picia, co najmniej godzinę przed pobraniem śliny. Bezpośrednio przed badaniem pacjenci przepłukiwali usta wodą dejonizowaną. Tampon trzymano w ustach przez 10 min. Po pobraniu próbki materiał natychmiast odwirowywano przez 5 minut przy 2000 x g. Próbki zostały następnie zamrożone w temperaturze -80°C do czasu dalszych badań. W odwirowanej ślinie oznaczono stężenie TAC i TOS.

Wyniki. Uzupelnienia protetyczne istotnie wpływają na poziom całkowitego stanu oksydacyjnego (total oxidant status TOS), który jest niższy u użytkowników protez, a szczególnie protez całkowitych.

Wnioski. Obecność protez płytowych osiadających wpływa na układ antyoksydacyjny śliny.

who wore complete dentures and removable partial dentures were recruited for this study. Following dental examination saliva was collected with the absorption method. The examination was performed in the morning hours and the patients had been requested to refrain from hygienic practices as well as eating or drinking for at least one hour prior to saliva collection. Immediately before the examination, the patients would rinse their mouths with deionized water. The tampon was held in the mouth for ten minutes. After sample collection the material was immediately centrifuged for 5 minutes at 2000 x g. The samples were then frozen at -80°C until further testing. The concentrations of oxidative stress markers were determined in centrifuged saliva.

Results. Removable dentures significantly affect the level of total oxidant status (TOS), which is lower among patients wearing dentures, especially in total dentures users.

Conclusions. The presence of removable dentures influences the antioxidant status of saliva.

Wstęp

Jama ustna podlega wielu różnym czynnikom zewnętrznym. Wśród nich obecne są również substancje o znacznym potencjale utleniającym i zdolności generowania wolnych rodników tlenowych.¹ Brak równowagi pomiędzy powstawaniem reaktywnych form tlenu (RFT) a zdolnościami antyoksydacyjnymi organizmu jest nazywany stresem oksydacyjnym.² Organizmy bronią się przed toksycznym działaniem RFT za pomocą układu antyoksydacyjnego. Ekspozycja komórek i struktur pozakomórkowych na oddziaływanie wolnych rodników powoduje uaktywnienie wielu mechanizmów mających na celu eliminowanie rodników i ich pochodnych. Obrona przed wolnymi rodnikami przebiega trzema głównymi torami: prewencji, naprawy i eliminacji. Działanie mechanizmów prewencyjnych polega na zapobieganiu

reakcjom wolnych rodników i ich pochodnych z substancjami biologicznymi. Mechanizmy naprawcze powodują przerwanie wolnorodnikowych i nierodnikowych reakcji oksydacji.³⁻⁵ Mechanizmy usuwające dotyczą produktów reakcji wolnych rodników i ich pochodnych, powodując naprawę lub eliminację uszkodzonych cząsteczek.

Ważnym elementem ekosystemu jamy ustnej jest ślina. Jest to płyn biologiczny pełniący szeregi funkcji: bierze udział w odczuwaniu smaku, wstępnym trawieniu, a także w ochronie tkanek jamy ustnej przed mikroorganizmami chorobotwórczymi, które są w niej nieustannie obecne. W ostatnich latach obserwuje się znaczny wzrost zainteresowania diagnostyką opartą na ślinie.⁶ Ocena wskaźników stresu oksydacyjnego w ślinie może stanowić narzędzie do diagnozowania, monitorowania i leczenia niektórych chorób ogólnoustrojowych oraz

schorzeń w obrębie jamy ustnej.⁷ Na środowisko jamy ustnej mogą oddziaływać użytkowane przez wielu pacjentów uzupełnienia protezy, również ruchome protezy osiadające. Obecność protez, szczególnie rozległych protez płytowych oraz protez całkowitych, może powodować, przybierającą różne formy, reakcję patologiczną organizmu na obecność ciała obcego.⁸

Wolne rodniki odpowiedzialne za stres oksydacyjny mają bardzo krótki okres półtrwania (rzędu kilka sekund), dlatego ich pomiar *in vivo* jest bardzo trudny. Jednak pochodne rodników tlenowych (np. nadtlenek wodoru lub wodoronadtlenki lipidów) są stabilne i mają długi okres półtrwania (od godzin do tygodni). Pozwala to na ich wielokrotny pomiar, co jest wykorzystywane w ocenie stresu oksydacyjnego.⁹ Do jego oceny wykorzystuje się: aktywność enzymów antyoksydacyjnych, stężenie produktów peroksydacji lipidów, utleniania białka oraz utleniania i fragmentacji DNA. Do analizy stanu redoks posłużyć się można również parametrem całkowitej zdolności antyoksydacyjnej (TAC Total Antioxidant Capacity) i całkowitego stanu utlenienia – TOS (Total Oxidant Status). Całkowita zdolność antyoksydacyjna – TAC (Total Antioxidant Capacity) jest parametrem, określającym całościowo status antyoksydacyjny ustroju.^{3,10,11} Marker ten jest zdefiniowany jako ilość moli oksydanta zneutralizowana przez litr roztworu.¹² Parametr ten powinien uwzględniać skumulowane działanie wszystkich przeciwutleniaczy obecnych w osoczu i płynach ustrojowych, zapewniając wartość nie będącą jedynie prostą sumą mierzalnych przeciwutleniaczy. Oceniana jest więc zdolność znanych i nieznanymi przeciwutleniaczy oraz ich współdziałanie.¹³ Całkowity status oksydacyjny – TOS (Total Oxidant Status), jest zwykle używany do oceny ogólnego stanu utleniania organizmu i pozwala na ocenę całkowitej zawartości produktów peroksydacji lipidów w badanym materiale biologicznym.^{4,14}

W opinii niektórych badaczy jego pomiar może zastąpić mierzenie stężeń różnych rodzajów utleniaczy w płynach biologicznych, które jest czasochłonne, pracochłonne i kosztowne.¹⁴ Zestawiając z sobą TOS do TAC uzyskuje się wskaźnik stresu oksydacyjnego (OSI-oxidative stress index). TOS, TAS i OSI są parametrami stresu oksydacyjnego stosowanymi do oceny ogólnego jego stanu w organizmie.¹⁵

Cel pracy

Celem pracy była ocena wpływu użytkowania uzupełnień protetycznych ruchomych osiadających całkowitych i częściowych na stężenie całkowitego stanu utlenienia (total oxidant status – TOS) oraz całkowitej zdolności antyoksydacyjnej (TAC – total antioxidant capacity) w ślinie spoczynkowej.

Materialy i metody

Opis grupy badanej i kontrolnej

Grupę badaną stanowiło 249 osób, w tym 144 kobiety i 105 mężczyzn. Przedział wiekowy badanych pacjentów wynosił 27-90 lat, średnia wieku 61,71 lat. Grupę kontrolną stanowiły 82 osoby, w tym 32 kobiet i 50 mężczyzn. Przedział wiekowy pacjentów grupy kontrolnej wynosił 25-90 lat, a średnia wieku wynosiła 58,71 lat. Ze względu na szeroki przedział wiekowy grup, obliczenia statystyczne przeprowadzono zarówno dla całej grupy, jak i dla dwóch grup wiekowych, które podzielono pod względem mediany, na grupę pacjentów do 60 i od 61 roku życia. Wśród pacjentów grupy badanej 144 użytkowało co najmniej jedną protezę całkowitą, natomiast 105 użytkowało tylko protezę częściową.

Badanie kliniczne

Badanie przeprowadzono w dwóch etapach. Etap pierwszy obejmował wywiad oraz badanie stomatologiczne. W drugim etapie pobrano od

pacjentów ślinę spoczynkową metodą absorpcyjną przy pomocy zestawu Salivette firmy Sarstedt (Numbrecht, Niemcy). Pobranie śliny przeprowadzono w godzinach porannych, pacjenci zostali poproszeni o powstrzymanie się od zabiegów higienicznych oraz przyjmowania pokarmów i płynów, przynajmniej godzinę przed pobieraniem śliny. Bezpośrednio przed umieszczeniem wałeczka z zestawu pod językiem badani przepłukiwali usta wodą dejonizowaną. Wałeczek ligniny był przetrzymywany w jamie ustnej przez 10 min. Badanym zalecano powstrzymanie się od przeżuwania tamponu w celu uniknięcia stymulacji wydzielanej śliny. Pobranie materiału przeprowadzono u pacjentów w pozycji siedzącej. Po pobraniu próbki, materiał natychmiast odwirowywano przez 5 minut przy 2000 x g. Następnie próbki zamrażano w temperaturze -80°C do czasu przeprowadzenia dalszych badań. W odwirowanej ślinie dokonano oznaczeń stężenia markerów stresu oksydacyjnego. Parametry stresu oksydacyjnego zostały zbadane w Katedrze i Zakładzie Biochemii Wydziału Nauk Medycznych

w Zabrzu Śląskiego Uniwersytetu Medycznego w Katowicach.

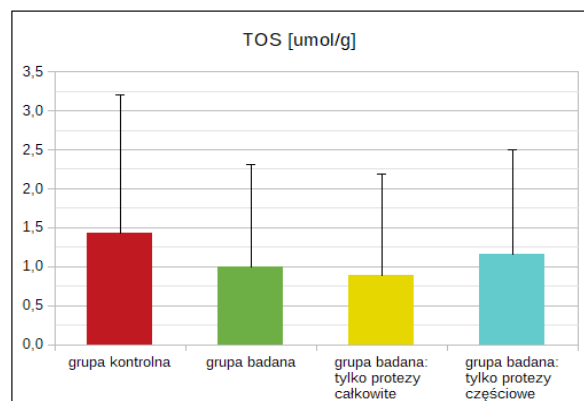
Badanie nie było eksperymentem medycznym i nie wymagało opiniowania przez Komisję Bioetyczną Śląskiego Uniwersytetu Medycznego w Katowicach. Pismo nr KNW/0022/KB/175/15 z dnia 19 czerwca 2015 r.

Opis metody analizy statystycznej

W opracowaniu statystycznym wykorzystano program STATISTICA 13.3 PL. Wartości przedstawiono, jako średnią arytmetyczną i odchylenie standardowe (SD). Porównano średnie stężenia wszystkich badanych enzymów każdej grupy badanej względem grupy kontrolnej oraz dwóch grup badanych między sobą. Do zbadania normalności rozkładu zastosowano testy Shapiro-Wilka i Lillieforsa dla poziomu istotności $\alpha = 0,05$. Do oceny istotności różnic wykorzystano test U Manna-Whitneya dla poziomu istotności $\alpha = 0,05$, ponieważ odrzucono hipotezę o normalności rozkładu zmiennej.

T a b e l a 1. Procentowe różnice w całkowitym stanie utlenienia (TOS) w ślinie w grupach badanych względem grupy kontrolnej

TOS [$\mu\text{mol/g}$]	Grupa badana	Grupa badana: tylko protezy całkowite	Grupa badana: tylko protezy częściowe
Zmiana % w porównaniu do grupy kontrolnej	-30,50%	-37,53%	-19,31%



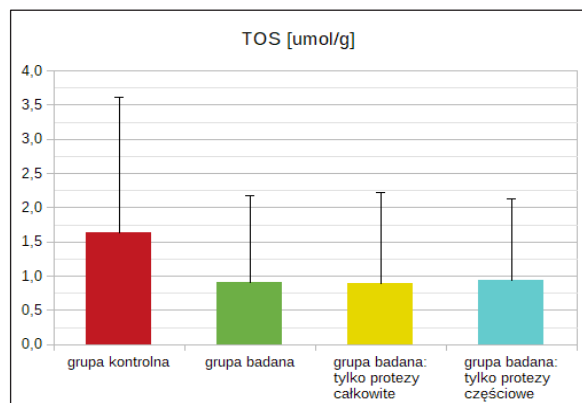
Ryc. 1. Całkowity stan utlenienia (TOS) w grupach badanych.

Wyniki

Poziom całkowitego stanu utlenienia (TOS) (tab. 1, ryc. 1) w ślinie niestymulowanej osób użytkujących protezy osiadające był niższy niż u osób bez uzupełnień protetycznych. Różnica ta była istotna w odniesieniu do całej grupy badanej ($p=0,0275$), biorąc pod uwagę zarówno wiek badanych, jak i użytkowanych przez nich uzupełnień. Zmianę zaobserwowano również u użytkowników protez całkowitych

Tabela 2. Procentowe różnice w całkowitym stanie utlenienia (TOS) w ślinie w grupach badanych względem grupy kontrolnej dla pacjentów w wieku do 60 lat

TOS [umol/g]	Grupa badana	Grupa badana: tylko protezy całkowite	Grupa badana: tylko protezy częściowe
Zmiana % w porównaniu do grupy kontrolnej	-43,90%	-45,11%	-41,91%



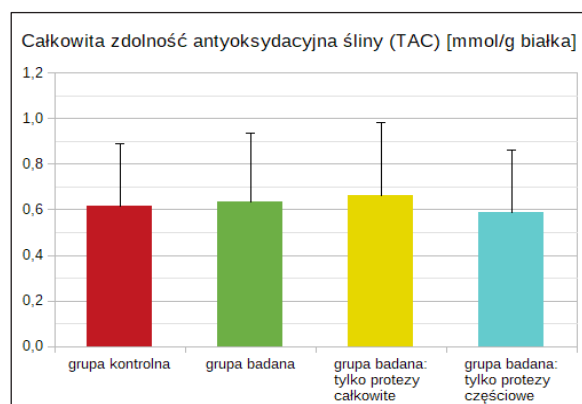
Ryc. 2. Całkowity stan utlenienia (TOS) w grupach badanych dla pacjentów w wieku do 60 lat.

($p=0,0112$) w odniesieniu do pacjentów w całej grupie wiekowej. Zmianę całkowitego stanu utlenienia (TOS) zaobserwowano również w grupie pacjentów młodszych (tab. 2, ryc. 2). Wystąpiły tutaj różnice w odniesieniu do użytkowników obydwu rodzajów protez razem ($p=0,012$), jak i dla użytkowników protez całkowitych ($p=0,0254$) i częściowych ($p=0,0241$). W grupie starszych badanych nie zaobserwowano istotnych zmian.

Całkowita pojemność antyoksydacyjna (tab. 3, ryc. 3) w ślinie niestymulowanej osób użytkujących protezy osiadające w tym

Tabela 3. Procentowe różnice w całkowitej pojemności antyoksydacyjnej (TAC) w ślinie w grupach badanych względem grupy kontrolnej

Całkowita zdolność antyoksydacyjna śliny (TAC) [mmol/g białka]	Grupa badana	Grupa badana: tylko protezy całkowite	Grupa badana: tylko protezy częściowe
Zmiana % w porównaniu do grupy kontrolnej	2,81%	7,23%	-4,62%



Ryc. 3. Całkowita zdolność antyoksydacyjna w grupach badanych.

u użytkowników protez całkowitych była nieznacznie wyższa od jej poziomu u osób, które uzupełnień protetycznych nie użytkują. U osób użytkujących protezy częściowe była nieznacznie wyższa. Zaobserwowane zmiany nie były istotne.

Dyskusja

W piśmiennictwie obecne są publikacje dotyczące profilu antyoksydacyjnego śliny w wielu stanach fizjologicznych i patologicznych. W

odniesieniu do schorzeń toczących się w obrębie jamy ustnej można znaleźć publikacje dotyczące chorób przyzębia, próchnicy, czy stanów przednowotworowych jamy ustnej. Szukano również powiązań z higieną jamy ustnej.^{3,4,12,19-25} Niewiele jest publikacji, w których badania prowadzono u pacjentów protezycznych. Niniejsza praca opisuje parametry stresu oksydacyjnego w ślinie pacjentów, użytkujących wyłącznie ruchome, osiadające uzupełnienia protetyczne. Protezy te wykonane są zazwyczaj z tworzywa akrylowego. Na pytanie o wpływ materiałów protetycznych na układ antyoksydacyjny śliny starał się odpowiedzieć swoimi badaniami *Pantea* i wsp.²⁶ Zostały one przeprowadzone w warunkach *in vitro*. Krążki z różnych materiałów, przeznaczonych do tymczasowych protez stałych umieszczono w roztworze śliny, a następnie inkubowano. Wśród badanych materiałów znalazł się akryl utwardzany termicznie (Superpont C+B, SpofaDental a.s., Jicin, Czech Republic, KaVo Kerr Group), z którego wykonywane są protezy osiadające ruchome. Nie stwierdzono różnic w stężeniu TAC po okresie inkubacji, z czego wnioskowano o biokompatybilności badanych materiałów. Wynik ten jest zbieżny z naszymi badaniami, a obserwowane we własnym badaniu zmiany w stężeniu TOS, są odpowiedzią na zmiany zachodzące pod wpływem obecności ciała obcego, wykonanego z materiału, który nie ma wpływu na równowagę antyoksydacyjną.

*Liskmann*²⁷ stwierdził różnicę w profilu oksydacyjnym śliny u pacjentów zaopatrzonych w protezy overdenture wsparte o 2 implanty w żuchwie. W badaniu wykorzystano ślinę spoczynkową i stymulowaną chemicznie roztworem 2% kwasu cytrynowego. Ślinę pobrano metodą odsysania. W badaniu stwierdzono statystycznie znamienne niższe TAC, u pacjentów z objawami zapalenia wokół wszczepu, w stosunku do osób zdrowych. Pacjenci użytkujący protezy, lecz nie cierpiący na periimplantitis,

nie wykazali zmiany stężenia TAC. W badaniach stanowiących przedmiot niniejszej pracy, uzyskano wynik zbieżny z wynikiem uzyskanym dla protez overdenture bez objawów *periimplantitis*.

Całkowita zdolność antyoksydacyjna była również oznaczana u pacjentów z próchnicą zarówno u dorosłych, jak i u dzieci. W badaniach *Hegde* i wsp.¹¹ stwierdzono, że u pacjentów dorosłych wartość TAC w ślinie jest liniowo zależna od próchnicy i prawidłowość ta występuje niezależnie od wieku.²⁸ Można to zjawisko wytłumaczyć odpowiedzią organizmu na infekcje lub choroby. Nie zawsze jednak ustąpienie infekcji powoduje zmiany w poziomie TAC. W badaniach *Behfarnia* i wsp.²⁹ leczenie chorób przyzębia i suplementacja antyoksydantu w postaci witaminy E 29 nie wpłynęły na poziom TAC w ślinie. U chorych cierpiących na zaburzenia w obrębie stawów skroniowo-żuchwowych, *Omidpanah* i wsp.,³⁰ zaobserwowali niższą wartość omawianego parametru w ślinie, względem osób zdrowych, choć różnica ta nie była istotna. TAC śliny wzrasta również wraz z wiekiem u osób niepalących.²⁸ Wzrost ten może być, w tej sytuacji, tłumaczony jako wyraz adaptacji do stresu oksydacyjnego.¹² TAC śliny oznaczano również u pacjentów cierpiących na chorobę Parkinsona, u których wystąpiło obniżenie stężenia TAC w ślinie, w porównaniu z osobami zdrowymi. Obniżenie poziomu TAC zaobserwowano także u młodych, zdrowych osób w odpowiedzi na stres podczas sesji egzaminacyjnej.³¹

Drugi oceniany marker, całkowity stan utlenienia TOS, okazał się być istotnie niższy u pacjentów użytkujących protezy. Ponieważ nie została zaobserwowana zmiana poziomu TAC, to wskaźnik stresu oksydacyjnego, będący stosunkiem TOS do TAC, okazał się być niższy. Jest to sytuacja odwrotna do obserwowanej w chorobach przyzębia. Cytowana metaanaliza²² wskazuje na istotnie wyższy

poziom TOS w grupie osób cierpiących na choroby przyzębia, względem osób zdrowych, jak również istotnie wyższy wskaźnik stresu oksydacyjnego (OSI), a także niższy poziom TAC w ślinie zarówno spoczynkowej, jak i stymulowanej oraz w płynie dziąsłowym, w grupie badanej.

W badaniach własnych do pobierania śliny wykorzystano metodę absorpcyjną. Na podstawie badań własnych i piśmiennictwa można wskazać jej ograniczenia. Według *Bhattarai* i wsp.³² oraz *Kamodyová* i wsp.³³ może ona stymulować wydzielanie śliny, a więc zmienić warunki badania i dawać ślinę o innych właściwościach niż spoczynkowa. Zdaniem zaś *Amado* i wsp.,³⁴ wyniki uzyskane dla tej metody powinny być podobne do wyników uzyskanych dla śliny spoczynkowej, zebranej metodą swobodnego wypływu. Na korzyść metody absorpcyjnej przemawia jej prostota i higieniczność. Ślina uzyskana przy pomocy zestawu Salivette ma zmniejszoną lepkość, mniejszą liczbę martwych komórek, glikoprotein i innych substancji subkomórkowych. Do wad można zaliczyć trudność w uzyskaniu próbki o wystarczającej objętości, szczególnie przy wirowaniu małych objętości śliny. Także odzysk materiału do analizy może być gorszy ze względu na obecność tamponu.³⁵ Dodatkowo zdaniem *Ialongo* i wsp.²⁸ metoda pobierania śliny ma wpływ na wartość TAC. Przy stymulowaniu wydzielania śliny zarówno metodą mechaniczną, jak i chemiczną, następuje trzykrotne zmniejszenie TAC w porównaniu z śliną niestymulowaną. Jednakże metoda absorpcyjna wydaje się nie mieć wpływu na TAC.²⁸ Nie zostało jeszcze opracowane idealne narzędzie do uzyskiwania śliny i konieczny jest dalszy rozwój badań w tym zakresie. Optymalny zestaw do pobierania śliny, powinien pozwolić na dokładną analizę niezmiennych składników śliny, być niezawodny, bezpieczny i łatwy w obsłudze.³⁶

Na podstawie zacytowanego piśmiennictwa i własnych doświadczeń można zasugerować, aby podczas konstruowania badań w grupie ludzi starszych, posługiwać się metodami pozwalającymi na natychmiastową weryfikację objętości zebranego materiału.

Uzyskane we własnym badaniu wyniki świadczą o wpływie protez na potencjał oksydacyjny śliny. Zaobserwowano zmniejszenie ogólnego stanu oksydacyjnego, szczególnie u użytkowników protez całkowitych poniżej 60 roku życia. Badanie ma jednak swoje ograniczenia: pacjenci z protezami zostali potraktowani jako szeroka grupa. Nie zostali zróżnicowani ze względu na okres użytkowania protez, stopnia adaptacji, czy zadowolenia z uzupełnień. W celu znalezienia tych zależności konieczne byłoby prowadzenie badań na zawężonych grupach badanych. Analiza piśmiennictwa wskazuje na dużą niejednorodność wyników badań prowadzonych w ślinie, co stwarza pewien problem podczas interpretacji wyników. Zaobserwowana niejednorodność może wynikać z wielości czynników oddziałujących w jamie ustnej, jak i niedoskonałości narzędzi i sposobu pobierania śliny.

Podsumowanie

Użytkowanie protez ruchomych osiadających częściowych i całkowitych miało istotny wpływ na poziom stresu oksydacyjnego TOS (total oxidant status) i w sposób istotny obniżyło poziom tego parametru w stosunku do grupy kontrolnej. Użytkowanie protez osiadających nie miało natomiast wpływu na poziom TAC (Total Antioxidant Capacity). Wobec tego wskaźnik stresu oksydacyjnego uległ obniżeniu u użytkowników protez osiadających.

Wnioski

Obecność protez płytowych osiadających wpływa na układ antyoksydacyjny śliny.

Piśmiennictwo

1. Żukowski P, Maciejczyk M, Waszkiel D: Sources of free radicals and oxidative stress in the oral cavity. *Arch Oral Biol* 2018; 92: 8-17. doi: 10.1016/j.archoralbio.2018.04.018. Epub 2018 May 1. PMID: 29729478.
2. Kulbacka, J, Saczko, J, Chwilkowska A: Stres oksydacyjny w procesach uszkodzenia komórek. *Pol Merk Lek* 2009; 27(157): 44-47.
3. Gawron-Skarbek A: Potencjał antyoksydacyjny śliny jako wyznacznik zachowań zdrowotnych. *Probl Hig Epidemiol* 2018; 99(3): 211-216;
4. Ahmadi-Motamayel F, Goodarzi MT, Mahdavinezhad A, Jamshidi Z, Darvishi M: Salivary and Serum Antioxidant and Oxidative Stress Markers in Dental Caries. *Caries Res* 2018; 52(6): 565-569. doi: 10.1159/000488213. Epub 2018 Apr 26.
5. Poljsak B, Šuput D, Milisav I: Achieving the balance between ROS and antioxidants: when to use the synthetic antioxidants. *Oxid Med Cell Longev* 2013; Article ID 956792,
6. Kaczor-Urbanowicz KE, Martin Carreras-Presas C, Aro K, Tu M, Garcia-Godoy F, Wong DT: Saliva diagnostics – Current views and directions. *Exp Biol Med* 2017; 242(5): 459-472. doi: 10.1177/1535370216681550. Epub 2016 Dec 8. PMID: 27903834; PMCID: PMC5367650.
7. Buczko P, Zalewska A, Szarmach I: Saliva and oxidative stress in oral cavity and in some systemic disorders. *J Physiol Pharmacol* 2015; 66(1): 3-9. PMID: 25716960.
8. Loster B: Współzależność infekcyjnych stanów chorobowych jamy ustnej i górnych odcinków przewodu pokarmowego u pacjentów użytkujących protezy zębowej. Kraków: Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego, 2004. s.93
9. Czerska M, Mikołajewska K, Zieliński M, Gromadzińska J, Wąsowicz W: Today's oxidative stress markers. *Med Pr* 2015; 66(3): 393-405. doi: 10.13075/mp.5893.00137. PMID: 26325052.
10. Alajbeg IZ, Lapić I, Rogić D, Vuletić L, Andabak Rogulj A, Illeš D, Knezović Zlatarić D, Badel T, Vrbanović E, Alajbeg I: Within-Subject Reliability and between-Subject Variability of Oxidative Stress Markers in Saliva of Healthy Subjects: A Longitudinal Pilot Study. *Dis Markers* 2017; 2017: 2697464. doi: 10.1155/2017/2697464. Epub 2017 Nov 15. PMID: 29269980; PMCID: PMC5705883.
11. Hegde MN, Hegde ND, Ashok A, Shetty S: Evaluation of total antioxidant capacity of saliva and serum in caries-free and caries-active adults: an in-vivo study. *Indian J Dent Res* 2013; 24(2): 164-167. doi: 10.4103/0970-9290.116670. PMID: 23965439.
12. Peluso I, Roguzzini A: Salivary and Urinary Total Antioxidant Capacity as Biomarkers of Oxidative Stress in Humans. *Patholog Res Int* 2016; 2016: 5480267.
13. Ghiselli A, Serafini M, Natella F, Scaccini C: Total antioxidant capacity as a tool to assess redox status: critical view and experimental data. *Free Radic Biol Med* 2000; 29(11): 1106-14. doi: 10.1016/s0891-5849(00)00394-4. PMID: 11121717.
14. Erel O: A new automated colorimetric method for measuring total oxidant status. *Clin Biochem* 2005; 38(12): 1103-1111. doi: 10.1016/j.clinbiochem.2005.08.008. Epub 2005 Oct 7. PMID: 16214125. Erel O.
15. Wu R, Feng J, Yang Y, Dai C, Lu A, Li J, et al.: Significance of Serum Total Oxidant/Antioxidant Status in Patients with Colorectal Cancer. *PLoS ONE* 2017; 12(1): e0170003. doi: 10.1371/journal.pone.0170003
16. Ahmadi-Motamayel F, Goodarzi MT, Hendi SS, Kasraei S, Moghimbeigi A: Total antioxidant capacity of saliva and dental caries. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2013; 18: e553-e556
17. Vahabzadeh Z, Hashemi ZM, Nouri B, Zamani

- F, Shaftee F: Salivary enzymatic antioxidant activity and dental caries: A cross-sectional study. *Dent Med Probl* 2020; 57(4): 385-391.
18. Tóthová L, Kamodyová N, Červenka T, Celec P: Salivary markers of oxidative stress in oral diseases. *Front Cell Infect Microbiol* 2015; 5: 73. doi: 10.3389/fcimb.2015.00073. PMID: 26539412; PMCID: PMC4611854.
19. Lee CY, Choy CS, Lai YC, Chang CC, Teng NC, Huang WT, Lin CT, Huang YK: A Cross-Sectional Study of Endogenous Antioxidants and Patterns of Dental Visits of Periodontitis Patients. *Int J Environ Res Public Health* 2019; 16(2): 180. doi: 10.3390/ijerph16020180.
20. Novakovic N, Todorovic T, Rakic M, Milinkovic I, Dozic I, Jankovic S, Aleksic Z, Cakic S: Salivary antioxidants as periodontal biomarkers in evaluation of tissue status and treatment outcome. *J Periodontal Res* 2014; 49(1): 129-36. doi: 10.1111/jre.12088. Epub 2013 May 28. PMID: 23710550.
21. Lee CY, Chang CH, Teng NC, Chang HM, Huang WT, Huang YK: Associations between the phenotype and genotype of MnSOD and catalase in periodontal disease. *BMC Oral Health* 2019; 19(1): 201. doi: 10.1186/s12903-019-0877-3. PMID: 31470840; PMCID: PMC6717336.
22. Chen M, Cai W, Zhao S, Shi L, Chen Y, Li X, Sun X, Mao Y, He B, Hou Y, Zhou Y, Zhou Q, Ma J, Huang S: Oxidative stress-related biomarkers in saliva and gingival crevicular fluid associated with chronic periodontitis: A systematic review and meta-analysis. *J Clin Periodontol* 2019; 46(6): 608-622. doi: 10.1111/jcpe.13112. PMID: 30989678.
23. Toczewska J: Selected antioxidative parameters in patients with periodontitis. Diss. Katedra i Zakład Periodontologii, 2020.
24. Rai K, Hegde AM, Jose N: Salivary antioxidants and oral health in children with autism. *Arch Oral Biol* 2012; 57(8): 1116-20. doi: 10.1016/j.archoralbio.2012.03.006. Epub 2012 Apr 21. PMID: 22521893.
25. Krawczyk D, Sikorska-Jaroszyńska MH, Mielnik-Błaszczak M, Pasternak K, Kapeć E, Sztanke M: Dental caries and total antioxidant status of unstimulated mixed whole saliva in patients aged 16-23 years. *Adv Med Sci* 2012; 57(1): 163-168. doi: 10.2478/v10039-012-0015-9. PMID: 22472470.
26. Pantea M, Totan AR, Imre M, et al.: Biochemical Interaction between Materials Used for Interim Prosthetic Restorations and Saliva. *Materials* 2021; 15(1): 226. Published 2021 Dec 29. doi:10.3390/ma15010226
27. Liskmann S, Vihalemm T, Salum O, Zilmer K, Fischer K, Zilmer M: Characterization of the antioxidant profile of human saliva in peri-implant health and disease. *Clin Oral Implants Res* 2007; 18(1): 27-33. doi: 10.1111/j.1600-0501.2006.01296.x. PMID: 17224020`
28. Ialongo C: Preanalytic of total antioxidant capacity assays performed in serum, plasma, urine and saliva. *Clin Biochem* 2017; 50(6): 356-363. doi: 10.1016/j.clinbiochem.2016.11.037. Epub 2016 Dec 3. PMID: 27919600.
29. Behfarnia P, Dadmehr M, Hosseini SN, Mirghaderi SA: The effect of Vitamin E supplementation on treatment of chronic periodontitis. *Dent Res J* 2021; 18: 62. PMID: 34584640; PMCID: PMC8428286.
30. Omidpanah N, Ebrahimi S, Raygani AV, Mozafari H, Rezaei M: Total Antioxidant Capacity, Catalase Activity and Salivary Oxidative Parameters in Patients with Temporomandibular Disorders. *Front Dent* 2020; 17(16): 1-6. doi: 10.18502/fid.v17i16.4179. Epub 2020 Aug 26. PMID: 33615292; PMCID: PMC7883650.
31. Mortazavi H, Namdari M, Sadatrasoul M, Shafiei S, Moslemi H, Rezaeifar K: Are there any relationships between personality type, salivary total antioxidant level and academic stress? *Dent Med Probl* 2021; 58(4): 447-452. doi: 10.17219/dmp/131757. PMID: 34726844.

32. *Bhattarai KR, Kim HR, Chae HJ*. Compliance with Saliva Collection Protocol in Healthy Volunteers: Strategies for Managing Risk and Errors. *Int J Med Sci* 2018; 15(8): 823-831. doi: 10.7150/ijms.25146. PMID: 30008593; PMCID: PMC6036086.
33. *Kamodyová N, Celec P*: Salivary markers of oxidative stress and Salivette collection systems. *Clin Chem Lab Med* 2011; 49(11): 1887-1890. doi: 10.1515/CCLM.2011.677. Epub 2011 Aug 23. PMID: 21859423.
34. *Amado F, Calheiros-Lobo MJ, Ferreira R, Vitorino R*: Sample Treatment for Saliva Proteomics. *Adv Exp Med Biol* 2019; 1073: 23-56
35. *Michalke B, Rossbach B, Göen T, Schäferhenrich A, Scherer G*: Saliva as a matrix for human biomonitoring in occupational and environmental medicine. *Int Arch Occup Environ Health* 2015; 88(1): 1-44. doi: 10.1007/s00420-014-0938-5. Epub 2014 Mar 12. PMID: 24619390.
36. *Takagi K, Ishikura Y, Hiramatsu M, Nakamura K, Degawa M*: Development of a saliva collection device for use in the field. *Clin Chim Acta* 2013; 425: 181-185. doi: 10.1016/j.cca.2013.08.008. Epub 2013 Aug 16. PMID: 23954838.

Zaakceptowano do druku: 22.11.2022 r.

Adres autorów: 41-902 Bytom, Plac Akademicki 17.

© Zarząd Główny PTS 2022.