

To cite this article:

Grzesiak-Gasek Iwona, Dębska-Łasut Katarzyna: Stan higieny jamy ustnej oraz wpływ pojedynczej sesji treningowej na poziom peroksydazy jamy ustnej u młodych pływaków i koszykarzy. Oral hygiene status and the impact of single workout session on salivary peroxidase activity in swimmers and basketball players. Nowa Stomatol 2025;30(4):235-247. DOI: 10.25121/NS.2025.30.4.235

To link to this article:

<https://doi.org/10.25121/NS.2025.30.4.235>

*IWONA GRZESIAK-GASEK¹, KATARZYNA DĘBSKA-ŁASUT²

Stan higieny jamy ustnej oraz wpływ pojedynczej sesji treningowej na poziom peroksydazy jamy ustnej u młodych pływaków i koszykarzy

Oral hygiene status and the impact of single workout session on salivary peroxidase activity in swimmers and basketball players

¹Medical Innovation Center in Wrocław, Poland

Head of Center: Professor Maciej Dobrzyński, MD, PhD

¹Medyczne Centrum Innowacji we Wrocławiu, Polska

Kierownik Centrum: prof. dr hab. n. med. Maciej Dobrzyński

²Department of Periodontology, Wrocław Medical University, Poland

Head of Department: Professor Tomasz Konopka, MD, PhD

²Katedra i Zakład Periodontologii, Uniwersytet Medyczny we Wrocławiu, Polska

Kierownik Katedry i Zakładu: dr n. med. Tomasz Konopka

SŁOWA KLUCZOWE:

młodzi koszykarze, młodzi pływacy, trening, peroksydazy jamy ustnej, higiena jamy ustnej

STRESZCZENIE

Wstęp. Peroksydazy obecne w jamie ustnej pełnią funkcję przeciwdrobnoustrojową i chronią przed stresem oksydacyjnym. Odgrywają istotną rolę w kontroli powstawania płytki nazębnej – głównego czynnika etiologicznego chorób jamy ustnej.

Cel pracy. Celem pracy była ocena higieny jamy ustnej (OHI-S) oraz wpływu wysiłku fizycznego na poziom sialoperoksydazy (SPO) i mieloperoksydazy (MPO) u młodych sportowców.

Materiał i metody. Badaniem objęto 60 chłopców w wieku 12-15 lat: 30 pływaków i 30 koszykarzy. Uczestnicy wypełnili ankietę dotyczącą higieny jamy ustnej i wizyt stomatologicznych. Przeprowadzono ocenę stanu higieny jamy ustnej oraz pobrano niestymulowaną ślinę przed treningiem i po treningu, w której oznaczono stężenia SPO i MPO.

Wyniki. Wskaźnik OHI-S był istotnie wyższy u pływaków niż u koszykarzy. Większość pływaków szczotkowała zęby przed śniadaniem, koszykarze – po śniadaniu. Stężenie SPO i MPO, zarówno przed treningiem, jak i po treningu, było wyższe u pływaków. Po wysiłku SPO wzrosło u pływaków, a spadło u koszykarzy. MPO obniżyło się po treningu w obu grupach.

Wnioski. 1. Pływacy prezentowali wyższy wskaźnik OHI-S. 2. Trening powodował wzrost SPO u pływaków, a spadek u koszykarzy. 3. MPO spadało po treningu w obu grupach. 4. Stężenia SPO i MPO przed treningiem i po treningu były wyższe u pływaków. 5. Profilaktyka jamy ustnej powinna być elementem opieki nad młodymi sportowcami.

KEYWORDS:

youth basketball players, youth swimmers, training, oral peroxidases, oral hygiene

SUMMARY

Introduction. Oral peroxidases exert antimicrobial activity and contribute to protection against oxidative stress. They play a crucial role in the regulation of dental plaque formation, which is considered a primary etiological factor in the development of oral diseases. **Aim.** The aim of the study was to assess oral hygiene (OHI-S) and evaluate the impact of physical exertion on the levels of salivary peroxidase (SPO) and myeloperoxidase (MPO) in young athletes.

Material and methods. The study involved 60 male adolescents aged 12-15 years, including 30 swimmers and 30 basketball players. Participants completed a questionnaire assessing oral hygiene practices and dental visit frequency. Clinical evaluation of oral hygiene status was performed, and unstimulated saliva samples were collected before and after training sessions to measure salivary concentrations of SPO and MPO.

Results. The OHI-S index was significantly higher in swimmers compared to basketball players. Most swimmers reported brushing their teeth before breakfast, whereas basketball players did so after breakfast. The concentrations of SPO and MPO, both before and after training, were higher in swimmers. Following physical exertion, SPO levels increased in swimmers but decreased in basketball players. MPO levels decreased post-exercise in both groups.

Conclusions. 1. Swimmers demonstrated significantly higher OHI-S scores compared to basketball players. 2. Physical training induced an increase in SPO levels in swimmers, while a decrease was observed in basketball players. 3. MPO concentrations decreased post-exercise in both groups. 4. Baseline and post-exercise salivary levels of SPO and MPO were elevated in swimmers relative to basketball players. 5. Implementation of oral health preventive measures should be considered an essential component of comprehensive healthcare for young athletes.

WSTĘP

Powszechnie uznaje się, że sport wyczynowy odgrywa istotną rolę w utrzymaniu ogólnego stanu zdrowia osoby aktywnej fizycznie (1). Sportowcy koncentrując się na poprawie wydajności i wyników sportowych poprzez intensywny trening i regularne konsultacje medyczne, często pomijają znaczenie zdrowia jamy ustnej jako integralnego elementu zdrowia ogólnego (2). Zaniedbania w zakresie higieny jamy ustnej prowadzą do odkładania się płytki bakteryjnej, która odgrywa kluczową rolę w rozwoju chorób dziąseł, przyzębia i próchnicy zębów (3). Wykazano, że schorzenia te mogą stanowić ogniska zapalne negatywnie wpływające na funkcjonowanie całego organizmu. W kontekście sportowym może to przekładać się na obniżenie wydajności fizycznej i pogorszenie osiągniętych wyników (4-7).

Najbardziej bakteryjnie skolonizowaną częścią ludzkiego ciała jest jama ustna (8). Zasadniczą rolę w kształtowaniu i utrzymaniu równowagi ekologicznej mikrobioty jamy ustnej odgrywa ślina. Jako główny składnik ekosystemu jamy ustnej pełni ona rolę ochronną dla zębów, przyzębia i błony śluzowej. Przejawia się poprzez usuwanie szkodliwych produktów przemiany bakteryjnej, drobnoustrojów i resztek pokarmowych z jamy ustnej (9). Ślina pełni ważną rolę w tworzeniu błonki nabytej, która pokrywa tkanki twarde i miękkie jamy ustnej. Jej składniki wpływają na kolonizację i metabolizm bakterii, głównie paciorkowców, które są odpowiedzialne za tworzenie początkowej warstwy płytki nazębnej na powierzchniach zębów (8, 10). Ponadto ślina zawiera różne metabolity i enzymy o właściwościach utleniających i przeciwutleniających. Wykorzystywana jest

INTRODUCTION

It is widely recognized that competitive sports play a significant role in maintaining the overall health of physically active individuals (1). Athletes, focusing on enhancing performance and sporting results through intensive training and regular medical consultations, often overlook the importance of oral health as an integral component of general health (2). Neglect of oral hygiene leads to the accumulation of dental plaque, which plays a key role in the development of gingival diseases, periodontitis, and dental caries (3). It has been demonstrated that these conditions may serve as inflammatory foci negatively affecting the functioning of the entire organism. In the context of sports, this may translate into reduced physical performance and impaired athletic outcomes (4-7).

The most bacterially colonized part of the human body is the oral cavity (8). An essential role in shaping and maintaining the ecological balance of the oral microbiota is saliva. As a major component of the oral ecosystem, it has a protective function for the teeth, periodontium and mucosa. It manifests itself by removing harmful products of bacterial metabolism, microorganisms and food debris from the oral cavity (9). Saliva plays a crucial role in the formation of the acquired pellicle, which covers the hard and soft tissues of the oral cavity. Its components influence the colonization and metabolism of bacteria, primarily streptococci, which are responsible for the initial layer of dental plaque formation on tooth surfaces (8, 10).

również do badania możliwych zmian stanu oksydacyjnego w różnych sytuacjach, takich jak choroby jamy ustnej, ogólnoustrojowe czy wysiłku fizycznego (11). Ponadto jako materiał diagnostyczny – poprzez nieinwazyjny sposób jej pobrania – jest ona szczególnie przydatna zwłaszcza w badaniach u dzieci. Z badań wynika, że sport wyczynowy może pośrednio wpływać na poziom stresu oksydacyjnego u sportowców (1, 12). Ćwiczenia fizyczne zwiększają zużycie tlenu, co powoduje wyraźny wzrost powstawania reaktywnych form tlenu (ROS) i azotu. Intensywny wysiłek fizyczny wywołuje reakcję zapalną i wiąże się ze zwiększonym stresem oksydacyjnym i aktywnością przeciwutleniającą (13). Stres oksydacyjny w jamie ustnej odnosi się do braku równowagi między produkcją ROS a mechanizmami obrony antyoksydacyjnej organizmu w jamie ustnej. Liczne badania wskazują, że zaburzenia równowagi oksydacyjno-antyoksydacyjnej mogą negatywnie wpływać na stan zdrowia jamy ustnej (1, 14). Jednym z mechanizmów usuwania ROS i ochrony tkanek jamy ustnej przed uszkodzeniem oksydacyjnym jest obecność w ślinie dwóch głównych enzymów: sialoperoksydazy (SPO) i mieloperoksydazy (MPO) (15). Peroksydazy te również przyczyniają się do regulacji mikroflory bakteryjnej występującej w jamie ustnej i do kontrolowania powstawania płytki nazębnej (15). SPO jest wydzielana przez ślinianki przyuszne i podżuchwowe. Adsorbuje się do różnych powierzchni jamy ustnej, takich jak: szkliwo zębów, płytka nazębna czy błona śluzowa, nie tracąc przy tym swojej aktywności enzymatycznej i uczestnicząc w ochronie przeciwdrobnoustrojowej tych miejsc w jamie ustnej (15). Natomiast MPO w ślinie jest uwalniana z neutrofili, pochodzi głównie z bruzd dziąsłowo-zębowych (kieszonek dziąsłowych) i stanowi 20-25% całkowitej aktywności peroksydazy w całkowitej odwirowanej ślinie spoczynkowej. Dominując w płynie kieszonki dziąsłowej, uczestniczy w ochronie przeciwdrobnoustrojowej tkanek (15). Peroksydazy te, w obecności nadtlenu wodoru (H_2O_2) – jednej z ROS pochodzącej głównie od bakterii z rodzaju *Streptococcus* (16) – katalizują utlenianie tiocyjanu (SCN^-) do hipocyjanitu ($OSCN^-$), który jest silnym utleniaczem wykazującym działanie przeciwbakteryjne, przeciwwgrzybicze i przeciwwirusowe (14).

Ilość produkowanego kwasu przez bakterie w płycie nazębnej w obecności $OSCN^-$ jest zmniejszana, jak również dochodzi do spowolnionego wzrostu bakterii próchnicotwórczych, paradontopatogennych, a także drożdżaków z rodzaju *Candida in vitro*, które są odpowiedzialne za patologie błony śluzowej. Dane z piśmiennictwa sugerują wzajemny związek między odpornością na stres oksydacyjny a zdolnością do tworzenia biofilmu (17). Z wielu badań wynika, że MPO *in vivo* w jamie ustnej chroni bruzdę dziąsłową przed inwazją drobnoustrojów, natomiast SPO pomaga regulować mikroflorę występującą na różnych powierzchniach jamy ustnej. Obie peroksydazy działają jako selektory sprzyjające florze komensalnej, która może się rozwijać i przetrwać w obecności $OSCN^-$ (15).

In addition, saliva contains various metabolites and enzymes with oxidative and antioxidant properties. It is also used to study possible changes in oxidative status in various situations, such as oral, systemic or exercise diseases (11). Moreover, as a diagnostic material, through the non-invasive way it is collected, it makes it particularly useful especially in studies in children. Studies suggest that competitive sports may indirectly affect oxidative stress levels in athletes (1, 12). Exercise increases oxygen consumption, resulting in a marked increase in the formation of reactive oxygen and nitrogen species. Intense exercise induces an inflammatory response and is associated with increased oxidative stress and antioxidant activity (13). Oral oxidative stress refers to the imbalance between the production of reactive oxygen species (ROS) and the body's antioxidant defense mechanisms in the oral cavity. Numerous studies indicate that disturbances in the oxidative-antioxidative balance may adversely affect oral health status (1, 14). One mechanism for removing reactive oxygen species and protecting oral tissues from oxidative damage is the presence of two major enzymes in saliva. These are sialoperoxidase (SPO) and myeloperoxidase (MPO) (15). These peroxidases also contribute to regulating the bacterial microflora found in the oral cavity and controlling plaque formation (15). SPO is secreted by the parotid and submandibular salivary glands. It adsorbs onto various oral surfaces, such as tooth enamel, dental plaque, and the mucous membrane, without losing its enzymatic activity. In this way, it participates in the antimicrobial protection of these sites within the oral cavity (15). MPO in saliva is released from neutrophils and primarily originates from the gingival crevices (gingival pockets), constituting 20-25% of the total peroxidase activity in whole unstimulated centrifuged saliva. Dominating the gingival pocket fluid, it participates in antimicrobial protection of tissues (15). These peroxidases, in the presence of hydrogen peroxide (H_2O_2) – a reactive oxygen species primarily produced by bacteria of the genus *Streptococcus* (16) – catalyze the oxidation of thiocyanate (SCN^-) to hypothiocyanite ($OSCN^-$), a potent oxidizing agent exhibiting antibacterial, antifungal, and antiviral properties (14). The amount of acid produced by bacteria in plaque in the presence of $OSCN^-$ is reduced, as well as there is a slowed growth of caries-forming bacteria, periodontopathogenic bacteria, as well as *Candida* yeasts *in vitro*, which are responsible for mucosal pathologies. Data from the literature suggest a reciprocal relationship between resistance to oxidative stress and the ability to form biofilm (17). A number of studies suggest that MPO *in vivo* in the oral cavity protects the gingival sulcus from microbial invasion, while sialoperoxidase helps regulate the microflora present on various oral surfaces. Both peroxidases act as selectors that favor commensal flora that can thrive and survive in the presence of $OSCN^-$ (15).

CEL PRACY

Celem pracy była ocena stanu higieny jamy ustnej i wpływu pojedynczej sesji treningowej na zmiany poziomu peroksydaz występujących w ślinie u młodych wyczynowych pływaków i koszykarzy.

MATERIAŁ I METODY

Badaniem objęto 60 chłopców w wieku 12-15 lat (średnia wieku: $13 \pm 0,5$ roku), z których 30 było wyczynowymi pływakami, a 30 koszykarzami. Wszyscy uczestnicy byli czynnymi zawodnikami miejskich klubów sportowych i regularnie brali udział w treningach oraz zawodach sportowych w swoich dyscyplinach.

Rekrutacja uczestników została przeprowadzona za pośrednictwem klubów sportowych, a udział w badaniu był dobrowolny. Kryteriami włączenia do badania były: wiek w przedziale 12-15 lat, aktywne uprawianie sportu w formie zorganizowanej, brak przeciwwskazań zdrowotnych oraz brak stosowania jakichkolwiek leków w okresie poprzedzającym badanie i w jego trakcie. Wszystkich uczestników cechował ogólnie dobry stan zdrowia potwierdzony na podstawie wywiadu medycznego.

Wszyscy badani wypełniali autorską ankietę odnoszącą się do nawyków higienicznych oraz terminu i powodu ostatniej wizyty stomatologicznej. Kwestionariusz zawierał pytania dotyczące: częstości szczotkowania zębów (ile razy dziennie), pory dnia, w których oczyszczano zęby (przed śniadaniem, po śniadaniu, przed kolacją, przed snem) oraz rodzaju stosowanej szczoteczki do zębów (manualna, elektryczna). Ponadto respondenci wskazywali termin ostatniej wizyty stomatologicznej i główny jej powód (zauważony ubytek próchnicowy, ból zęba, profilaktyka, kontrola stanu zębów).

Zarówno przed przystąpieniem do badania klinicznego, jak i przed pobraniem próbek śliny sportowcy zostali poproszeni o przepłukanie jamy ustnej wodą.

Przed sesją treningową u każdego z badanych sportowców przeprowadzono badanie kliniczne w oświetleniu sztucznym pod kątem oceny stanu higieny jamy ustnej, w aspekcie występowania płytki nazębnej i kamienia nazębnego. Badanie zostało przeprowadzone za pomocą standardowego lusterka i zgłębnika.

Stan higieny jamy ustnej oceniano za pomocą uproszczonego wskaźnika OHI-S, oddzielnie dla płytki nazębnej (DI-S) i kamienia nazębnego (CI-S). Badano obecność złogów nazębnych na powierzchniach policzkowych zębów 16, 11, 26, 31 oraz na powierzchniach językowych zębów 36 i 46. Badanie występowania złogów nazębnych przeprowadzono przy użyciu sondy dentystycznej poprzez ich zeszkrobanie z powierzchni badanych zębów. Kryteria oceny obecności występowania płytki i kamienia nazębnego oceniano w skali od 0 do 3, gdzie 0 oznacza brak płytki nazębnej, brak kamienia; 1 – płytka nazębna lub kamień naddziąsłowy pokrywający $< 1/3$ powierzchni zębów; 2 – płytka nazębna lub kamień naddziąsłowy pokrywający $< 2/3$ powierzchni zębów lub obecność pojedynczych wysepek kamienia poddziąsłowego;

AIM

The aim of the study was to evaluate the oral hygiene status and the effect of a single training session on changes in salivary peroxidase levels in young competitive swimmers and basketball players.

MATERIAL AND METHODS

The study included 60 male adolescents aged 12 to 15 years (mean age: 13 ± 0.5 years), of whom 30 were competitive swimmers and 30 were basketball players. All participants were active members of municipal sports clubs and regularly participated in training sessions and competitions within their respective disciplines.

Participant recruitment was conducted through sports clubs, and participation in the study was voluntary. The inclusion criteria were as follows: age between 12 and 15 years, active participation in organized sports, absence of any health contraindications, and no use of medication prior to or during the study period. All participants were in generally good health, as confirmed by a medical interview.

All participants completed a proprietary questionnaire addressing their oral hygiene habits as well as the timing and reason for their most recent dental visit. The questionnaire included items regarding the frequency of tooth brushing (number of times per day), the time of day when brushing occurred (before breakfast, after breakfast, before dinner, before bedtime), and the type of toothbrush used (manual or electric). Additionally, respondents reported the date of their last dental appointment and the primary reason for the visit (detected dental caries, toothache, preventive care, or routine dental check-up).

Prior to participation in the clinical study and the collection of saliva samples, the athletes were instructed to rinse their oral cavity with water.

Prior to the training session, a clinical examination was carried out on each athlete under artificial light to evaluate the state of oral hygiene, specifically the presence of plaque and calculus. The examination was conducted using a standard mirror and dental probe.

The state of oral hygiene was assessed using the simplified OHI-S index for plaque (DI-S) and calculus (CI-S) separately. The presence of dental plaque on the buccal surfaces of teeth 16, 11, 26, 31 and on the lingual surfaces of teeth 36 and 46 was examined. The examination of the presence of dental plaque, was carried out using a dental probe by scraping it from the surfaces of the teeth examined. The criteria for assessing the presence of plaque and calculus were evaluated on a scale from 0 to 3, where 0 means – no plaque, no calculus; 1 – plaque or supragingival calculus covering $< 1/3$ of the tooth surface; 2 – plaque or supragingival calculus covering $< 2/3$ of the tooth surface or the presence of single islands of subgingival calculus; 3 – plaque or supragingival calculus covering $> 2/3$ of the tooth surface or a thick band of subgingival calculus around

3 – płytka nazębna lub kamień naddziąsłowy pokrywający > 2/3 powierzchni zębów bądź grube pasmo kamienia poddziąsłowego wokół szyjki zębowej. Sumując uzyskane wartości każdego wskaźnika (DI-S i CI-S) i dzieląc przez liczbę badanych powierzchni, otrzymuje się wynik oddzielnie dla płytki i kamienia nazębnego. Aby otrzymać uproszczony wynik OHI-S, należy zsumować oba wskaźniki DI-S i CI-S.

Trening pływacki obejmował 21 godzin tygodniowo, od poniedziałku do piątku. Rano trening rozpoczynał się o 6:00 i trwał do 7:45, natomiast popołudniowy rozpoczynał się o 16:00 i kończył o 17:45. Podczas każdego treningu pływackiego sportowcy pokonywali dystans 5000 metrów.

Koszykarze trenowali 7,5 godziny tygodniowo, 4 razy w tygodniu, popołudniu w godzinach od 16:00 do 17:30. Trwający 90 minut trening składał się z 15-minutowej rozgrzewki, następnie 60 minut właściwego treningu, a ostatnie 15 minut dotyczyło właściwej rozgrywki grupowej.

Pobieranie próbek śliny i oznaczenie parametrów peroksydaz w ślinie (SPO i MPO)

Próbki niestymulowanej śliny były pobierane od pływaków i koszykarzy po południu, przed sesją i po sesji treningowej. Wszyscy badani przed pobraniem śliny zostali poproszeni o przepłukanie wodą jamy ustnej. Badani podczas pobierania próbek śliny siedzieli z pochyloną głową i otwartymi ustami. Ślinę pobierano plastikową pipetą i deponowano do stopniowanej probówki umieszczonej na kruszonym lodzie. Łącznie pobrano 120 próbek śliny. W ślinie oznaczono SPO (metodą z zastosowaniem Nbs-SCN wg (18)) i MPO (metodą z użyciem NbsCl wg (19)).

Wszyscy zrekrutowani uczestnicy musieli przedstawić pisemną, świadomą zgodę rodzica i musieli odpowiedzieć na pytania zawarte w kwestionariuszu.

Niniejszy protokół badania został zatwierdzony przez Komisję Bioetyczną (nr KB-327/2009) Uniwersytetu Medycznego im. Piastów Śląskich we Wrocławiu. Wszystkie badania zostały przeprowadzone zgodnie z odpowiednimi wytycznymi i przepisami oraz oświadczeniem potwierdzającym uzyskanie świadomej zgody od wszystkich uczestników.

Analiza statystyczna

W zależności od rozkładu zmiennych do analizy zmiennych niezależnych wykorzystano test Manna-Whitneya. Natomiast dla zmiennych zależnych wykorzystano nieparametryczny test powtarzanych pomiarów Wilcoxa. Ponadto, w przypadku danych kategoryzowanych (odpowiedzi z ankiety), do analizy został użyty test Fishera. Ponadto obliczono współczynnik korelacji Spearmana pomiędzy wskaźnikiem OHI-S i jego składowymi (DI-S i CI-S) a różnicą poziomu ślinowych peroksydaz (SPO i MPO) przed treningiem i po treningu.

Wykonano model regresji wielorakiej w celu określenia wpływu parametrów śliny na stan higieny jamy ustnej (OHI-S).

the cervix. Adding up the obtained values of each indicator (DI-S and CI-S) and dividing by the number of examined surfaces, the result is obtained separately for plaque and calculus. To obtain a simplified OHI-S result, both DI-S and CI-S indices should be added together.

The swimming training program consisted of 21 hours per week, conducted from Monday to Friday. Morning sessions commenced at 6:00 AM and concluded at 7:45 AM, while afternoon sessions started at 4:00 PM and ended at 5:45 PM. During each training session, athletes covered a distance of 5,000 meters.

Basketball players trained for 7.5 hours per week, four times weekly, in the afternoons from 4:00 PM to 5:30 PM. Each 90-minute training session consisted of a 15-minute warm-up, followed by 60 minutes of main training, and concluded with a 15-minute group gameplay segment.

Saliva sampling and determination of salivary peroxidase parameters (SPO and MPO)

Unstimulated saliva samples were collected from swimmers and basketball players in the afternoon, before and after the training session. All subjects were asked to rinse their mouths with water before saliva collection. The subjects sat with their heads bowed and mouths open during saliva sampling. Saliva was collected with a plastic pipette and deposited into a graduated tube, placed on crushed ice. A total of 120 saliva samples were collected. In saliva, SPO (using Nbs-SCN method according to (18)) and MPO (using NbsCl method according to (19)) were determined.

All recruited participants had to provide written informed parental consent and answer a questionnaire.

This study protocol was approved by the Bioethics Committee (No. KB-327/2009) of the Medical University of Wrocław. All studies were conducted in accordance with relevant guidelines and regulations and a statement confirming informed consent was obtained from all participants.

Statistical analysis

Depending on the distribution of the variables, the Mann-Whitney test was used to analyze the independent variables. On the other hand, for dependent variables, the non-parametric Wilcoxon repeated measures test was used. In addition, for categorized data (survey responses), Fisher's exact test was used for analysis. In addition, Spearman's correlation coefficient was calculated between the OHI-S index and its components (DI-S and CI-S, and the difference in salivary peroxidase (sialoperoxidase and MPO) levels before and after training.

A multivariate regression model was performed to determine influential salivary parameters on hygiene status (OHI-S).

Poziom istotności ustalono na $p < 0,05$. Wszystkie analizy zostały wykonane za pomocą oprogramowania Statistica 13.3 (StatSoft, Inc., Tulsa, OK, USA).

WYNIKI

Wskaźnik OHI-S i jego składowe

Średnia wartość OHI-S u pływaków wynosiła $0,73 \pm 0,58$ i była istotnie wyższa ($p = 0,006$) w porównaniu z grupą koszykarzy – $0,34 \pm 0,37$. Natomiast średnia wartość wskaźnika DI-S (płytki nazębnej) u pływaków wynosiła $0,62 \pm 0,46$ i była również istotnie wyższa w porównaniu z grupą koszykarzy ($p = 0,035$). U koszykarzy nie stwierdzono występowania kamienia nazębnego, natomiast u pływaków wartość wskaźnika kamienia nazębnego (CI-S) wynosiła $0,11 \pm 0,22$. Różnica ta była istotna statystycznie ($p = 0,014$) (tab. 1).

Dane dotyczące częstości i pory oczyszczania zębów oraz rodzaju używanej szczoteczki

Nie zaobserwowano istotnych statystycznie różnic w nawykach higieny jamy ustnej między pływakami i koszykarzami. Większość badanych szczotkowała zęby 2 razy dziennie, odpowiednio 66,8% – pływacy vs. 73,4% – koszykarze.



Ryc. 1. Nawyki higieny jamy ustnej i wizyty stomatologiczne u młodych sportowców

The significance level was set at $p < 0.05$. All analyses were performed using Statistica 13.3 software (StatSoft, Inc., Tulsa, OK, USA).

RESULTS

OHI-S index and its components

The mean value of OHI-S in swimmers was 0.73 ± 0.58 and was significantly higher ($p = 0.006$) compared to the basketball group 0.34 ± 0.37 , while the mean value of DI-S (plaque index) in swimmers was 0.62 ± 0.46 and was also significantly higher compared to the basketball group ($p = 0.035$). Basketball players had no tartar, while swimmers had a tartar index value (CI-S) of 0.11 ± 0.22 , a difference that was statistically significant ($p = 0.014$) (tab. 1).

Data on frequency and time of teeth cleaning and type of toothbrush used

No statistically significant differences in oral hygiene habits were observed between the groups of swimmers and basketball players. Most of the subjects, brushed their teeth twice a day, 66.8% – swimmers vs. 73.4% – basketball players, respectively. In most cases, the swimmers surveyed

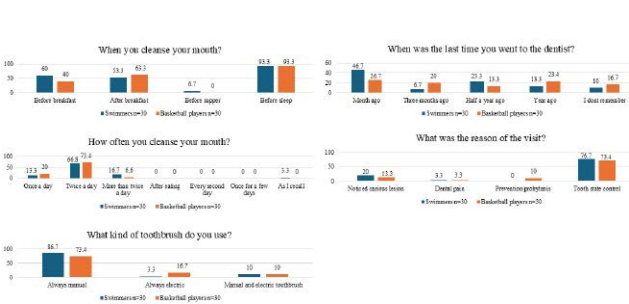


Fig. 1. Oral hygiene habits and dental visit of youth athletes

Tab. 1. Średnie wartości i mediany wskaźników DI-S, CI-S i OHI-S u młodych pływaków i koszykarzy

Stan higieny jamy ustnej	Młodzi pływacy n = 30			Młodzi koszykarze n = 30			Poziom p
	Średnia wartość ± SD	Mediana	Min/max	Średnia wartość ± SD	Mediana	Min/max	
DI-S	0,62 ± 0,46	0,66	0,00/2,00	0,39 ± 0,41	0,33	0,00/1,33	0,035*
CI-S	0,11 ± 0,22	0,00	0,00/1,00	0,00 ± 0,00	0,00	0,00/0,00	0,014*
OHI-S	0,73 ± 0,58	0,66	0,00/2,16	0,34 ± 0,37	0,24	0,00/1,33	0,006*

DI-S – Uproszczony wskaźnik osadu; CI-S – Uproszczony wskaźnik kamienia; OHI-S – Uproszczony wskaźnik higieny jamy ustnej

*Test U-Manna-Whitneya, poziom istotności ($p < 0,05$)

Tab. 1. Mean values and medians of the DI-S, CI-S, and OHI-S indices in young swimmers and basketball players

Oral hygiene status	Youth swimmers n = 30			Youth basketball players n = 30			Value p
	Mean ± SD	Median	Min/max	Mean ± SD	Median	Min/max	
DI-S	0.62 ± 0.46	0.66	0.00/2.00	0.39 ± 0.41	0.33	0.00/1.33	0.035*
CI-S	0.11 ± 0.22	0.00	0.00/1.00	0.00 ± 0.00	0.00	0.00/0.00	0.014*
OHI-S	0.73 ± 0.58	0.66	0.00/2.16	0.34 ± 0.37	0.24	0.00/1.33	0.006*

DI-S – Simplified Debris Index; CI-S – Simplified Calculus Index; OHI-S – Simplified Oral Hygiene Index

*U-Mann-Whitney test – the level of significance ($p < 0.05$)

W większości przypadków badani pływacy oczyszczali zęby przed śniadaniem (60,0%), a grupa koszykarzy po śniadaniu (63,3%). Obie grupy badane tak samo oczyszczały zęby w porze wieczornej (po 93,3%) (ryc. 1).

Termin ostatniej wizyty stomatologicznej i jej powodu

Nie zaobserwowano istotnych statystycznie różnic w terminie ostatniej wizyty stomatologicznej między badanymi grupami. Spośród badanych pływaków i koszykarzy wizytę stomatologiczną jeden miesiąc przed badaniem odbyło 46,7% vs. 26,7% i w większości przypadków jej powodem była kontrola (76,7% vs. 73,4%) (ryc. 1).

cleaned their teeth before breakfast (60.0%), while the basketball group cleaned their teeth after breakfast (63.3%). Both study groups cleaned their teeth the same way in the evening (93.8% each) (fig. 1).

The date of the last dental visit and the reason for it

There were no statistically significant differences in the timing of the last dental visit between the study groups. Of the swimmers and basketball players surveyed, 46.7% vs. 26.7% had a dental visit one month prior to the study, and in most cases the reason for the visit was a check-up (76.7% vs. 73.4%) (fig. 1).

Tab. 2. Stężenie badanych parametrów śliny u młodych pływaków i koszykarzy przed treningiem i po treningu

Parametry śliny	Pływacy vs Koszykarze		Pływacy przed treningiem vs po treningu	Koszykarze przed treningiem vs po treningu
	Przed treningiem x ± SD	Po treningu x ± SD		
SPO (mIU/ml)	1,60 ± 1,47 0,85 ± 0,92	1,73 ± 1,65 0,76 ± 0,64	z = 1,121 p = 0,262 ^b (↑7,5%)	z = 0,133 p = 0,893 ^b (↓11%)
Przed treningiem vs po treningu	u = 3,393 p = 0,0005 ^a (↓47%)*	u = 3,622 p = 0,001 ^a (↓56%)*		
MPO (mIU/ml)	0,95 ± 0,78 0,54 ± 0,52	0,86 ± 0,72 0,48 ± 0,47	z = 0,658 p = 0,510 ^b (↓9,5%)	z = 0,831 p = 0,405 ^b (↓11%)
Przed treningiem vs po treningu	u = 2,469 p = 0,013 ^a (↓43%)*	u = 2,661 p = 0,007 ^a (↓44%)*		

MPO – mieloperoksydaza; SPO – ślinowa peroksydaza

^aTest U-Manna-Whitneya (Pływacy przed treningiem vs Koszykarze przed treningiem), (Pływacy po treningu vs Koszykarze po treningu)

^bTest Wilcoxon (Pływacy przed treningiem vs po treningu), (Koszykarze przed treningiem vs po treningu)

*poziom istotności (p < 0,05)

Tab. 2. Concentration of the test components in saliva samples collected youth swimmers and basketball players before and after workout

Salivary parameters	Swimmers study group vs Basketball study group		Swimmers before vs after workout	Basketball players before vs after workout
	Before workout x ± SD	After workout x ± SD		
SPO (mIU/ml)	1.60 ± 1.47 0.85 ± 0.92	1.73 ± 1.65 0.76 ± 0.64	z = 1.121 p = 0.262 ^b (↑7.5%)	z = 0.133 p = 0.893 ^b (↓11%)
Before workout vs After workout	u = 3.393 p = 0.0005 ^a (↓47%)*	u = 3.622 p = 0.001 ^a (↓56%)*		
MPO (mIU/ml)	0.95 ± 0.78 0.54 ± 0.52	0.86 ± 0.72 0.48 ± 0.47	z = 0.658 p = 0.510 ^b (↓9.5%)	z = 0.831 p = 0.405 ^b (↓11%)
Before workout vs After workout	u = 2.469 p = 0.013 ^a (↓43%)*	u = 2.661 p = 0.007 ^a (↓44%)*		

MPO – myeloperoxidase; SPO – salivary peroxidase

^aMann-Whitney U test (Swimmers before training vs. Basketball players before training), (Swimmers after training vs. Basketball players after training)

^bWilcoxon signed-rank test (Swimmers before vs. after training), (Basketball players before vs. after training)

*significance level (p < 0.05)

Poziom SPO i MPO u pływaków przed sesją i po sesji treningowej

Po treningu pływackim poziom SPO wzrósł (1,60 → 1,73), natomiast MPO spadł (0,95 → 0,86). Różnice te nie były istotne statystycznie ($p = 0,262$ i $p = 0,510$) (tab. 2).

Poziom SPO i MPO u koszykarzy przed sesją i po sesji treningowej

Zarówno poziom SPO, jak i MPO po sesji treningowej u koszykarzy spadł (0,85 → 0,76) i (0,54 → 0,48), przy czym różnice te nie były istotne statystycznie ($p = 0,893$ i $p = 0,405$) (tab. 2).

Porównanie poziom SPO i MPO między pływakami i koszykarzami przed treningiem i po treningu

U pływaków zarówno przed treningiem, jak i po treningu poziom SPO i MPO był istotnie wyższy w porównaniu z koszykarzami ($p = 0,0005$ vs. $0,001$ i $p = 0,013$ vs. $p = 0,007$) (tab. 2).

Korelacja pomiędzy zmianami poziomu SPO i MPO a wskaźnikiem OHI-S i jego składowymi u pływaków i koszykarzy przed treningiem i po treningu

Korelacja Spearmana zarówno u pływaków, jak i u koszykarzy pomiędzy różnicami poziomu SPO i MPO przed treningiem i po treningu nie pokazała istotnej korelacji pomiędzy badanymi parametrami a stanem higieny jamy ustnej (tab. 3).

W grupie pływaków analiza wykazała istotną dodatnią korelację Spearmana pomiędzy zmianami stężeń SPO i MPO, obliczonymi jako różnice pomiędzy wartościami przed treningiem i po treningu ($\rho = 0,544$; $p = 0,001$). W grupie koszykarzy również odnotowano dodatnią korelację pomiędzy

SOP and MPO levels in swimmers before and after the training session

After swim training, SOP levels increased (1.60 → 1.73), while MPO levels decreased (0.95 → 0.86). The differences were not statistically significant ($p = 0.262$ and $p = 0.510$) (tab. 2).

SPO and MPO levels in basketball players before and after a training session

Both SOP and MPO levels decreased (0.85 → 0.76) and (0.54 → 0.48) in basketball players after the training session. At the same time, these differences were not statistically significant ($p = 0.893$ and $p = 0.405$) (tab. 2).

Comparison of SOP and MPO levels between swimmers and basketball players before and after training

Swimmers had significantly higher levels of SPO and MPO both before and after training compared to basketball players ($p = 0.0005$ vs. 0.001 and $p = 0.013$ vs. $p = 0.007$) (tab. 2).

Correlation between changes in SOP and MPO levels, and OHI-S index and its components in swimmers and basketball players before and after training

Spearman's correlation, in both swimmers and basketball players, between differences in SOP and MPO levels before and after training, showed no significant correlation between the parameters studied and oral hygiene status (tab. 3).

In the swimmer group, analysis revealed a significant positive Spearman correlation between changes in SPO and MPO concentrations, calculated as the differences between post- and pre-training values ($\rho = 0.544$; $p = 0.001$). In the basketball group, a positive correlation between these

Tab. 3. Korelacja Spearmana (ρ) pomiędzy wartościami wskaźnika OHI-S i parametrami śliny u młodych pływaków i koszykarzy przed i po treningu

Parametry śliny	Pływacy n = 30		
	DI-S	CI-S	OHI-S
Ślinowa peroksydaza (SPO) mIU/ml	$\rho = -0,017$	$\rho = 0,167$	$\rho = -0,039$
	$p = 0,927$	$p = 0,378$	$p = 0,838$
Mieloperoksydaza (MPO) mIU/ml	$\rho = -0,184$	$\rho = -0,190$	$\rho = -0,243$
	$p = 0,329$	$p = 0,314$	$p = 0,193$
Koszykarze n = 30			
Ślinowa peroksydaza (SPO) mIU/ml	$\rho = -0,214$	-	$\rho = -0,081$
	$p = 0,255$	-	$p = 0,669$
Mieloperoksydaza (MPO) mIU/ml	$\rho = -0,257$	-	$\rho = -0,120$
	$p = 0,168$	-	$p = 0,526$

Wartość ρ – współczynnik korelacji rang Spearmana
Poziom istotności ($p < 0,05$)

Tab. 3. Spearman correlation (ρ) between OHI-S values and salivary parameters in youth swimmers and basketball players before and after workout

Salivary parameters	Swimmers n = 30		
	DI-S	CI-S	OHI-S
Salivary peroxidase (SPO) mIU/ml	$\rho = -0.017$	$\rho = 0.167$	$\rho = -0.039$
	$p = 0.927$	$p = 0.378$	$p = 0.838$
Myeloperoxidase (MPO) mIU/ml	$\rho = -0.184$	$\rho = -0.190$	$\rho = -0.243$
	$p = 0.329$	$p = 0.314$	$p = 0.193$
Basketball players n = 30			
Salivary peroxidase (SPO) mIU/ml	$\rho = -0.214$	-	$\rho = -0.081$
	$p = 0.255$	-	$p = 0.669$
Myeloperoxidase (MPO) mIU/ml	$\rho = -0.257$	-	$\rho = -0.120$
	$p = 0.168$	-	$p = 0.526$

ρ value – Spearman's Rank Correlation Coefficient
The level of significance ($p < 0.05$)

tymi zmianami, jednak nie była ona istotna statystycznie ($\rho = 0,221$; $p = 0,240$).

Logistyczna regresja

Analiza wielorakiej regresji logistycznej w grupie sportowców wykazała istotny wpływ parametrów śliny (SPO i MPO) na stan higieny jamy ustnej OHI-S u pływaków. Natomiast u koszykarzy jedynie SPO wykazała istotny wpływ na OHI-S (tab. 4).

DYSKUSJA

Światowa Federacja Stomatologiczna (FDI) opracowała wytyczne, które dotyczą zdrowia jamy ustnej. Według FDI zdrowa jama ustna u sportowców jest ważnym czynnikiem pomagającym sportowcom osiągać najlepsze wyniki (20).

Needleman i wsp. (6) przedstawili bardzo złe wyniki zdrowia jamy ustnej u elitarnych sportowców. Zapalenie dziąseł miało 76%, zapalenie przyzębia – 8,3%, a próchnicę zębów – 55,1% badanych.

Nasze wyniki pokazały, że higiena jamy ustnej w obu grupach sportowców nie była satysfakcjonująca, jednakże zdecydowanie gorszą higienę jamy ustnej prezentowała grupa pływaków w porównaniu z koszykarzami. Zbliżoną do naszego wyniku wartość płytki nazębnej u wyczynowych pływaków przedstawili D'Ercole i wsp. (21). Ponadto z innych badań wynika, że gorszy stan higieny jamy ustnej występuje u osób, które zawodowo uprawiają różne dyscypliny sportowe w porównaniu z osobami ćwiczącymi amatorsko. De Souza i wsp. (22) badając siatkarzy, stwierdzili, że wskaźnik płytki nazębnej był wyższy u sportowców wyczynowych w porównaniu z osobami nieuprawiającymi sportu wyczynowo. Potwierdziły to również wyniki D'Ercole i wsp. (23), którzy wykazali wyższą wartość wskaźnika płytki

changes was also observed; however, it was not statistically significant ($\rho = 0.221$; $p = 0.240$).

Logistic regression

Multivariate logistic regression analysis in the athletes group showed a significant effect of saliva parameters (SOP and MPO) on OHI-S index in swimmers. In contrast, only SOP in basketball players showed a significant effect on oral hygiene status (tab. 4).

DISCUSSION

The World Dental Federation (FDI) has developed guidelines that address oral health. According to the FDI, a healthy mouth in athletes is an important factor in helping athletes perform at their best (20).

Needleman et al. (6), reported very poor oral health outcomes in elite athletes. They had gingivitis in 76%, periodontitis in 8.3%, and tooth decay in 55.1% of the subjects.

Our results demonstrated that oral hygiene in both groups of athletes was unsatisfactory; however, the swimmers exhibited significantly poorer oral hygiene compared to the basketball players. A similar plaque index value among competitive swimmers was reported by D'Ercole et al. (21). Furthermore, other studies indicate that poorer oral hygiene status is observed in individuals who engage in professional sports across various disciplines compared to those exercising recreationally. Souza et al. (22), examining volleyball players, found that the plaque index was higher in professional athletes compared to non-competitive individuals. These findings were further confirmed by D'Ercole et al. (23), who demonstrated a higher plaque index in young soccer players compared to a group that did not participate in any sports activities.

Tab. 4. Analiza modelu regresji wielorakiej

Wynik modelu regresji wielorakiej dla OHI-S								
Parametry śliny (zmienne niezależne uwzględnione w analizowanym modelu regresji)	Pływacy n = 30				Koszykarze n = 30			
	b	dolna granica CI 95%	górną granica CI 95%	p	b	dolna granica CI 95%	górną granica CI 95%	p
Ślinowa peroksydaza (SPO)	0,997	0,346	1,648	0,004	-0,416	-0,789	-0,043	0,03
Mieloperoksydaza (MPO)	-1,213	-2,019	-0,407	0,004	-0,136	-0,568	0,295	0,523

b – współczynnik regresji logistycznej; p – wartość (prawdopodobieństwo); CI – przedział ufności (na poziomie 95%)

Tab. 4. A multivariate regression model analysis

Results of multivariate model for OHI-S								
Salivary parameters (independent variables included into regression model)	Swimmers n = 30				Basketball players n = 30			
	b	lower CI 95%	upper CI 95%	p	b	lower CI 95%	upper CI 95%	p
Salivary peroxidase (SPO)	0.997	0.346	1.648	0.004	-0.416	-0.789	-0.043	0.03
Myeloperoxidase (MPO)	-1.213	-2.019	-0.407	0.004	-0.136	-0.568	0.295	0.523

b – logistic regression coefficient; p – value (probability); CI – confidence interval (at the level 95%)

nazębnej u młodych piłkarzy w porównaniu z grupą, która nie uprawiała żadnego sportu.

Jest to sprzeczne z badaniami Matei i wsp. (1), u których wyniki pokazały, że dzieci uprawiające wyczynowo sport (hokej, piłka nożna) miały niższe wartości wskaźnika płytki nazębnej w porównaniu z grupą kontrolną, co wskazywało na lepszą higienę jamy ustnej u sportowców.

Na odmienne wyniki w wyżej wymienionym piśmiennictwie dotyczącym obecności płytki nazębnej u sportowców niewątpliwie mają wpływ dieta bogata w węglowodany i nawyki higieny jamy ustnej (3). Wysokie spożycie sacharozy ze względu na jej zdolność do zwiększania poziomu energii podczas treningu zwłaszcza w sportach wytrzymałościowych (21) powoduje zaburzenie równowagi w liczebności określonych gatunków bakterii płytki nazębnej na korzyść bakterii z grupy *Streptococcus mutans* i zwiększenie objętości płytki nazębnej, co sprzyja zapaleniu dziąseł i tym samym ich krwawieniu.

Intensywna higiena jamy ustnej, w tym czyszczenie przestrzeni międzyzębowych, ma kluczowe znaczenie dla zmniejszenia biofilmu płytki nazębnej (3).

Szczotkowanie zębów ma na celu usunięcie resztek jedzenia i mikroorganizmów z jamy ustnej, zabieg ten może również wpływać na analizę biomarkerów obecnych w ślinie. W naszych badaniach sportowcy nie szczotkowali zębów przed pobraniem śliny, a jedynie przepłukali jamę ustną wodą, natomiast o częstotliwości i porach oczyszczania zębów sportowcy wypowiedzieli się w ankiecie.

W badaniach własnych zarówno pływacy, jak i koszykarze szczotkowali zęby 2 razy dziennie, przy czym pływacy w większości przypadków przed śniadaniem, a koszykarze po śniadaniu. Natomiast przed snem zęby oczyszczali prawie wszyscy sportowcy. Ponadto badani sportowcy regularnie odbywali wizyty stomatologiczne, których głównym powodem były kontrole stomatologiczne, rzadziej zauważony ubytek próchnicowy w zębie. Podobnie badane fińskie nastolatki aktywnie uprawiające sport w 95% oczyszczały swoje zęby codziennie, z tego 83,6% 2 razy dziennie (24). W innych badaniach 70% sportowców myło zęby dwa, a 30% trzy razy dziennie (25). Odbywanie regularnych wizyt stomatologicznych w odstępach czasowych 6 miesięcy-2 lat odnotowali Mulic i wsp. (26), jak również Kragt i wsp. (27), którzy wykazali, że ostatnią wizytę stomatologiczną w ciągu roku odbyło 81% holenderskich sportowców, przy czym 28,2% zgłosiło, że nigdy nie miało problemów z uzębieniem lub jamą ustną. Odmienne wyniki zarówno w oczyszczaniu zębów, jak i odbywanych wizytach stomatologicznych uzyskali Khan i wsp. (2) u sportowców z Pakistanu, którzy w przeważającej części (51,5%) myli zęby raz dziennie – rano, natomiast rano i przed pójściem spać – tylko 28,6%. Natomiast 37,5% sportowców nie było nigdy u dentysty, a regularnie wizyty (co 6-8 miesięcy) odbywa tylko 5,8%. Przyczyną wizyty w większości przypadków (50,5%) był ból.

Ponadto oprócz negatywnego wpływu złej higieny jamy ustnej na jej zdrowie istnieje również związek między

This contradicts the study of Matei et al. (1), where the results showed that children who played competitive sports (field hockey, soccer) had lower plaque index values compared to the control group. Which indicated better oral hygiene in athletes.

The different results in the aforementioned literature regarding the presence of plaque in athletes are undoubtedly influenced by a diet rich in carbohydrates, as well as oral hygiene habits (3). High consumption of sucrose, due to its ability to increase energy levels during training, especially in endurance sports (21), causes an imbalance in the abundance of certain plaque bacterial species in favor of *Streptococcus mutans* bacteria and an increase in plaque volume, which promotes gingivitis, and thus gingival bleeding.

Intensive oral hygiene, including the cleaning of interdental spaces, is key to reducing plaque biofilm (3).

Tooth brushing serves to eliminate food debris and microbial load from the oral cavity; however, this practice may also affect the composition and analytical reliability of salivary biomarkers. To minimize potential confounding factors, participants in the present study did not perform oral hygiene procedures prior to saliva collection, but were instructed to rinse their mouths with water only. Data regarding the frequency and timing of tooth brushing were obtained through a structured questionnaire administered to all subjects.

In our study, both swimmers and basketball players brushed their teeth twice a day, with swimmers mostly brushing before breakfast and basketball players after breakfast. In contrast, almost all athletes cleaned their teeth before bed. Additionally, the surveyed athletes had regular dental visits, with the main reason being dental check-ups, and carious cavities in the tooth less frequently observed. Similarly, a survey Finnish teenagers actively involved in sports showed that 95% cleaned their teeth daily, with 83.6% of them brushing twice a day (24). In another study, 70% of athletes brushed their teeth twice and 30% three times a day (25). Making regular dental visits at intervals of 6 months-2 years, was reported by Mulic et al. (26), as well as Kragt et al. (27), who showed that 81% of Dutch athletes had their last dental visit within a year, with 28.2% reporting that they never had dental or oral problems. Different results in both teeth cleaning and dental visits made were obtained by Khan et al. (2) in athletes from Pakistan, who overwhelmingly 51.5% brushed their teeth once a day – in the morning, while only 28.6% brushed their teeth in the morning and before going to bed. In contrast, 37.5% of athletes had never been to the dentist, and only 5.8% make regular visits (every 6-8 months). The reason for most cases (50.5%) was pain.

Moreover, in addition to the negative effects of poor oral hygiene on oral health, there is also a link between saliva redox imbalance and oral complications such as dental caries, gingivitis, periodontitis, oral mucosal ulceration, candidiasis or burning mouth syndrome associated with oxidative

zaburzeniami równowagi redoks śliny a powikłaniami w jamie ustnej, takimi jak: próchnica, zapalenie dziąseł, zapalenie przyzębia, owrzodzenie błony śluzowej jamy ustnej, kandydoza czy zespół pieczenia jamy ustnej związanymi ze stresem oksydacyjnym (1). Intensywny trening może prowadzić do zwiększonej produkcji ROS, a tym samym wzrostu stresu oksydacyjnego, którego poziom może być szkodliwy. W sporcie wyczynowym stres oksydacyjny jest nieunikniony. Jednak może być on zarówno korzystny, jak i szkodliwy. SPO jest enzymem antyoksydacyjnym, który chroni jamę ustną przed stresem oksydacyjnym, działając przeciwko wolnym rodnikom. Natomiast MPO nie jest antyoksydantem. Jej główną rolą jest wzmacnianie mechanizmów obronnych układu odpornościowego poprzez wytwarzanie silnych utleniaczy, które niszczą patogeny. W naszych badaniach po jednej sesji treningowej zaobserwowano u pływaków wzrost SPO i spadek MPO. Może to świadczyć o odpowiedzi organizmu na wysiłek, gdzie wzrost SPO może odpowiadać odpowiedzi na wzmożony stres oksydacyjny wywołany intensywnym wysiłkiem fizycznym. Może być również spowodowany środowiskiem uprawianej dyscypliny. Natomiast spadek MPO może świadczyć o braku pojawienia się reakcji zapalnej lub jej zmniejszeniu. U koszykarzy natomiast odpowiedzią na trening było obniżenie zarówno SPO, jak i MPO, co można tłumaczyć spadkiem wydzielania śliny i możliwego odwodnienia.

W badaniach Matei i wsp. (1) stwierdzono istotny pozytywny wpływ regularnej aktywności fizycznej na stres oksydacyjny w ślinie u dzieci, które wyczynowo uprawiają sport, taki jak piłka nożna czy hokej, co potwierdziły również inne badania (13).

Obie peroksydazy działają jako mechanizmy obronne, ograniczając namnażanie bakterii, co zapobiega tworzeniu płytki nazębnej, jak również występowaniu stresu oksydacyjnego.

Równowaga między tymi dwoma enzymami jest ważna dla utrzymania homeostazy oksydacyjnej w jamie ustnej i ochrony przed chorobami zapalnymi, które również powoduje występująca płytka nazębna. W naszych badaniach model regresji wykazał, że zarówno poziom SPO, jak i MPO mogą być predyktorami stanu higieny jamy ustnej wśród pływaków, podczas gdy u koszykarzy predykatorem była tylko SPO.

W badaniu nie poruszono kwestii wpływu szczotkowania zębów na poziomy badanych peroksydaz, choć z piśmiennictwa wynika, że dzięki usuwaniu bakterii z jamy ustnej podczas szczotkowania zębów może dojść do zmniejszenia stresu oksydacyjnego w ślinie (28). Jednakże mimo że stwierdzono w badaniach innych autorów, że higiena jamy ustnej wpływa na całkowitą pojemność antyoksydacyjną w ślinie, to pobieranie śliny 30 minut po szczotkowaniu pozwala uniknąć wpływu tej czynności na ocenę markerów stresu oksydacyjnego (29), a w naszych badaniach pobieranie śliny od sportowców odbywało się po tym czasie.

Badanie to ma pewne ograniczenia, takie jak: niewielka próba grupy sportowców, jedna sesja treningowa, jak

stress (1). Intense training can lead to increased production of reactive oxygen species and thus an increase in oxidative stress, the levels of which can be harmful. In competitive sports, oxidative stress is inevitable. However, it can be both beneficial and harmful. SPO is an antioxidant enzyme that protects the oral cavity from oxidative stress by acting against free radicals. MPO, on the other hand, is not an antioxidant. Its main role is to strengthen the immune system's defenses by producing powerful oxidants that destroy pathogens. In our study, swimmers showed an increase in SPO and a decrease in MPO after one training session. Its main role is to enhance the immune system's defense mechanisms by producing potent oxidants that destroy pathogens. In our study, an increase in SPO and a decrease in MPO were observed in swimmers after training. This may be indicative of the body's response to exercise, where an increase in SPO may correspond to a response to increased oxidative stress induced by intense exercise. It may also be due to the environment of the sport being practiced. A decrease in MPO may indicate the absence of the onset of the inflammatory response or a reduction in it. In basketball players, on the other hand, the response to training was a decrease in both SPO and MPO. Which could be explained, by a decrease in saliva secretion and possible dehydration.

In a study by Matei et al. (1), they found, a significant positive effect of regular physical activity on salivary oxidative stress in children who play competitive sports such as soccer and field hockey, which was also confirmed by other studies (13).

Both peroxidases act as defense mechanisms, limiting the proliferation of bacteria and preventing plaque formation, as well as for the occurrence of oxidative stress.

The balance between these two enzymes is important for maintaining oxidative homeostasis in the oral cavity and protecting against inflammatory diseases that plaque also causes. In our study, the regression model showed that both SPO and MPO levels could be predictors of oral hygiene status among swimmers, whereas only SPO was predictive among basketball players.

The study did not address the impact of tooth brushing on the levels of the peroxidases analyzed. However, literature suggests that tooth brushing, by removing bacteria from the oral cavity, may contribute to a reduction in oxidative stress in saliva (28). Nevertheless, although other studies have indicated that oral hygiene influences the total antioxidant capacity of saliva, collecting saliva 30 minutes after tooth brushing helps to avoid the influence of this activity on the assessment of oxidative stress markers (29). In our study, saliva samples from athletes were collected after this time interval.

This study has some limitations, such as a small sample of a group of athletes, a single training session, as well as the lack of a control group (less or no physically active

również brak grupy kontrolnej (osób mniej lub w ogóle nieaktywnych fizycznie). Ponadto brak informacji o czasie ostatniego posiłku i spożyciu napojów, co może wpływać na poziom peroksydaz.

WNIOSKI

1. Istotnie wyższa wartość wskaźnika higieny jamy ustnej została zaobserwowana u pływaków w porównaniu z koszykarzami.
2. Poziom stężenia SPO wzrósł, a MPO spadł po treningu u pływaków.
3. Poziom stężenia SPO i MPO spadł po treningu u koszykarzy.
4. Zaobserwowano istotnie wyższy poziom SPO przed treningiem i po treningu u pływaków w porównaniu z koszykarzami.
5. Profilaktyka jamy ustnej powinna być elementem opieki nad osobami uprawiającymi sport wyczynowo.

individuals). Furthermore, the lack of information regarding the timing of the last meal and beverage consumption may have influenced peroxidase levels.

CONCLUSIONS

1. A significantly higher oral hygiene index score was observed in swimmers compared to basketball players.
2. The concentration level of SPO increased and MPO decreased after exercise in swimmers.
3. The concentration level of SPO and MPO decreased after exercise in basketball players.
4. There were significantly higher levels of SPO before and after training in swimmers compared to basketball players.
5. Implementation of oral health preventive measures should be considered an essential component of comprehensive healthcare for young athletes.

KONFLIKT INTERESÓW CONFLICT OF INTEREST

Brak konfliktu interesów
None

ADRES DO KORESPONDENCJI CORRESPONDENCE

*Iwona Grzesiak-Gasek
Poradnia Stomatologii Dziecięcej,
Medyczne Centrum Innowacji
we Wrocławiu
ul. Krakowska 26
50-425 Wrocław
tel.: +48 (71) 784-04-21
iwona.grzesiak@gtm.pl

PIŚMIENICTWO/REFERENCES

1. Matei MN, Popa PS, Covaci AM et al.: The Impact of Competitive Sports on Oral Health: Exploring Their Relationship with Salivary Oxidative Stress in Children. *Healthcare (Basel)* 2023; 11(22): 2927.
2. Khan K, Qadir A, Trakman G et al.: Sports and Energy Drink Consumption, Oral Health Problems and Performance Impact among Elite Athletes. *Nutrients* 2022; 14(23): 5089-5102.
3. Schulze A, Busse M: Sport Diet and Oral Health in Athletes: A Comprehensive Review. *Medicina (Kaunas)* 2024; 60(2): 319-341.
4. Ashley P, Di Iorio A, Cole E et al.: Oral health of elite athletes and association with performance: a systematic review. *Br J Sports Med* 2015; 49(1): 14-19.
5. Gallagher J, Ashley P, Petrie A, Needleman I: Oral health and performance impacts in elite and professional athletes. *Community Dent Oral Epidemiol* 2018; 46(6): 563-568.
6. Needleman I, Ashley P, Petrie A et al.: Oral health and impact on performance of athletes participating in the London 2012 Olympic Games – a cross sectional study. *Br J Sports Med* 2013; 47(16): 1054-1058.
7. Bramantoro T, Hariyani N, Setyowati D et al.: The impact of oral health on physical fitness: A systematic review. *Heliyon* 2020; 6(4): e03774.
8. van't Hof W, Veerman EC, Nieuw Amerongen AV, Ligtenberg AJ: Antimicrobial defense systems in saliva. *Monogr Oral Sci* 2014; 24: 40-51.
9. Kubala E, Strzelecka P, Grzegocka M et al.: A review of selected studies that determine the physical and chemical properties of saliva in the field of dental treatment. *Biomed Res Int* 2018; 5(1): 1-13.
10. Scannapieco FA, Torres G, Levine MJ: Salivary alpha-amylase: role in dental plaque and caries formation. *Crit Rev Oral Biol Med* 1993; 4(3-4): 301-307.
11. Giménez-Egido JM, Hernández-García R, Escribano D et al.: Changes in Markers of Oxidative Stress and α -Amylase in Saliva of Children Associated with a Tennis Competition. *Int J Environ Res Public Health* 2020; 17(17): 6269.
12. Spanidis Y, Goutzouras N, Stagos D et al.: Variations in oxidative stress markers in elite basketball players at the beginning and end of a season. *Exp Ther Med* 2016; 11(1): 147-153.
13. Zalavras A, Fatouros IG, Deli CK et al.: Age-related responses in circulating markers of redox status in healthy adolescents and adults during the course of a training macrocycle. *Oxid Med Cell Longev* 2015; 2015(1): 1-17.
14. Sardaro N, Della Vella F, Incalza MA et al.: Oxidative Stress and Oral Mucosal Diseases: An Overview. *In Vivo* 2019; 33(2): 289-296.

15. Courtois P: Oral peroxidases: From antimicrobial agents to ecological actors (Review). *Mol Med Rep* 2021; 24(1): 500.
16. Ryan CS, Kleinberg I: Bacteria in human mouths involved in the production and utilization of hydrogen peroxide. *Arch Oral Biol* 1995; 40(8): 753-763.
17. Cáp M, Váchová L, Palková Z: Reactive oxygen species in the signaling and adaptation of multicellular microbial communities. *Oxid Med Cell Longev* 2012; 2012(11): 976753.
18. Mansson-Rahemtulla B, Baldone DC, Pruitt KM, Rahemtulla F: Specific assays for peroxidases in human saliva. *Arch Oral Biol* 1986; 31(10): 661-668.
19. Lowry OH, Rosebrough NJ, Farr AL, Randall RJ: Protein measurement with the Folin phenol reagent. *J Biol Chem* 1951; 193(1): 265-275.
20. Verhulst M: Why oral health should be considered a priority in athletes. 2021; <https://www.drbcuspids.com/dental-specialties/smile-design/sports-dentistry/article/15378293/why-oral-health-should-be-considered-a-priority-in-athletes>.
21. D'Ercole S, Tieri M, Martinelli D, Tripodi D: The effect of swimming on oral health status: competitive versus non-competitive athletes. *J Appl Oral Sci* 2016; 24(2): 107-113.
22. De Souza JJ, Grande RS, Bahls R, Santos FA: Evaluation of the oral health condition of volleyball athletes. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte* 2020; 26(3): 239-242.
23. D'Ercole S, Ristoldo F, Quaranta F: Analysis of oral health status and of salivary factors in young soccer players: A pilot study. *Medicina Dello Sport* 2013; 66(1): 71-80.
24. Anttonen V, Kemppainen A, Niinimaa A et al.: Dietary and oral hygiene habits of active athletes and adolescents attending ordinary junior high school. *Int J Paediatric Dent* 2014; 24(5): 358-366.
25. Tanabe M, Takahashi T, Shimoyama K, Ueno T: Effects of rehydration and food consumption on salivary flow, pH and buffering capacity in young adult volunteers during ergometer exercise. *J Int Soc Sports Nutr* 2013; 10(1): 49.
26. Mulic A, Tveit AB, Songe D et al.: Dental erosive wear and salivary flow rate in physically active young adults. *BMC Oral Health* 2012; 12(1): 8.
27. Kragt L, Moen MH, Van Den Hoogenband CR, Wolvius EB: Oral health among Dutch elite athletes prior to Rio 2016. *Phys Sportsmed* 2019; 47(2): 182-188.
28. Kamodyova N, Tothova L, Celec P: Salivary markers of oxidative stress and antioxidant status: influence of external factors. *Dis Markers* 2013; 34: 313-321.
29. Justino AB, Teixeira RR, Peixoto LG: Effect of saliva collection methods and oral hygiene on salivary biomarkers. *Scand J Clin Lab Invest* 2017; 77(6): 415-422.

nadesłano/submitted:

7.10.2025

zaakceptowano do druku/accepted:

28.10.2025