

**Recenzja pracy doktorskiej mgr Justyny Cichoń-Woźniak
pt. „ Wpływ 2-tygodniowego aktywnego okresu odpoczynku na markery
równowagi prooksydacyjno-antyoksydacyjnej na tle parametrów stanu
zapalnego oraz metabolizmu żelaza u koszykarek”**

Podstawa formalna

Niniejsza recenzja została sporządzona w związku z uchwałą nr 586/IX/2025 z dnia 9 września 2025 roku Rady Naukowej Akademii Wychowania Fizycznego im. E. Piaseckiego w Poznaniu o powierzeniu mi funkcji recenzenta w przewodzie doktorskim Pani mgr Justyny Cichoń-Woźniak. Recenzja została napisana z uwzględnieniem przepisów art. 187 ust. 1 i 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (t. j. Dz. U z 2024 r., poz. 1571 z późn. zm.)."

Uwagi ogólne

Tapering, czyli około dwutygodniowy okres kontrolowanego zmniejszenia obciążeń treningowych w cyklu szkoleniowym zawodników, sprzyja przywróceniu homeostazy poprzez redukcję skumulowanego stresu fizjologicznego. Ograniczenie objętości i/lub intensywności wysiłku prowadzi do obniżenia zmęczenia centralnego i obwodowego, odbudowy zasobów energetycznych oraz normalizacji funkcji mięśniowych. Jednocześnie dochodzi do wyciszenia aktywności układu współczulnego, normalizacji odpowiedzi hormonalnej osi podwzgórze–przysadka–nadnercza oraz zmniejszenia stresu oksydacyjnego i reakcji zapalnej. W efekcie następuje odtworzenie zdolności adaptacyjnych organizmu i ujawnienie superkompensacji, co zwiększa gotowość organizmu do wysiłku fizycznego.

W świetle powyższych przesłanek zasadne wydaje się podjęcie badań oceniających wpływ dwutygodniowego aktywnego okresu odpoczynku na markery równowagi prooksydacyjno-antyoksydacyjnej, w odniesieniu do wskaźników stanu zapalnego oraz metabolizmu żelaza u zawodniczek grających w koszykówkę.

Struktura pracy

Autoreferat przedłożony do oceny stanowi obszerne, liczące 69 stron opracowanie, którego układ treści odpowiada strukturze prac o charakterze badawczym. Składa się z siedmiu rozdziałów, obejmujących: wstęp, cel pracy wraz z hipotezami badawczymi, cykl publikacji, materiały i metody, wyniki, dyskusję, podsumowanie i wnioski, a także piśmiennictwo. Ponadto na początku opracowania Autorka zamieściła wykaz najczęściej stosowanych skrótów oraz streszczenia w języku polskim i angielskim. Część końcową autoreferatu stanowią podziękowania, informacje dotyczące przebiegu pracy naukowo-zawodowej oraz dwa załączniki zawierające oświadczenia współautorów i publikacje stanowiące podstawę przygotowania rozprawy doktorskiej.

Ocena treści

W pierwszym rozdziale autoreferatu Autorka dokonała wieloaspektowej charakterystyki koszykówki jako dyscypliny sportowej, uwzględniając specyfikę wysiłku o zmiennej intensywności oraz wynikające z niej uwarunkowania metaboliczne, podstawowe założenia programu treningowego, a także znaczenie procesów odnowy biologicznej w kształtowaniu zdolności regeneracyjnych zawodników uprawiających koszykówkę. Jak słusznie zauważyła, długotrwałe utrzymanie maksymalnej formy sportowej w trakcie sezonu startowego nie jest możliwe z punktu widzenia fizjologii wysiłku, w związku z czym trenerzy podejmują działania ukierunkowane na identyfikację i wdrażanie narzędzi wspomagających racjonalne planowanie oraz monitorowanie procesu treningowego. Jednym z nich jest okres modyfikacji obciążeń treningowych w celu maksymalizacji poziomu zdolności wysiłkowych zawodnika.

Doktorantka zwróciła również uwagę na stan zdrowia zawodników, kształtowany w wyniku długotrwałej ekspozycji na obciążenia wysiłkowe. Stres oksydacyjny indukowany wysiłkiem fizycznym prowadzi do zaburzenia równowagi prooksydacyjno-antyoksydacyjnej w kierunku reakcji utleniania, co sprzyja powstawaniu oksydacyjnych uszkodzeń oraz inicjacji procesów zapalnych, istotnie wpływających na zdrowie i wydolność fizyczną sportowców.

W uzasadnieniu podjęcia tematyki badawczej Autorka podkreśliła istotną lukę badawczą w zakresie oceny wpływu treningu o obniżonym obciążeniu na wskaźniki stresu oksydacyjnego, gospodarki żelazem oraz stanu zapalnego. Nieliczne dostępne dane literaturowe sugerują, że tego typu interwencje treningowe mogą sprzyjać utrzymaniu

równowagi pomiędzy procesami hemolizy i erytropoezy, przy jednoczesnej poprawie zdolności wysiłkowych i wyników sportowych, jednak zakres dostępnych danych pozostaje niewystarczający, co uzasadnia konieczność prowadzenia dalszych badań.

Podsumowując rozdział „Wstęp”, należy stwierdzić, że został opracowany w sposób staranny i spójny. Drobna uwaga dotyczy użycia określenia „stężenie” w odniesieniu do kinazy kreatynowej i dehydrogenazy mleczanowej. W praktyce klinicznej enzymy te najczęściej są opisywane z wykorzystaniem jednostek aktywności enzymatycznej, co warto w przyszłości rozważyć dla zachowania precyzji terminologicznej.

W kolejnym rozdziale „Cel pracy i hipotezy badawcze” Autorka sformułowała główny cel pracy, którym było określenie, *„czy dwutygodniowy aktywny okres regeneracji powysiłkowej sprzyja przywróceniu homeostazy redoks, redukcji nasilenia procesów zapalnych oraz normalizacji parametrów związanych z metabolizmem żelaza”*. Przedstawione przez Doktorantkę trzy hipotezy badawcze stanowią logiczne i metodologicznie uzasadnione rozwinięcie celu pracy.

W trzecim rozdziale Autorka przedstawiła dwie pozycje publikacyjne tworzące monotematyczny cykl, opatrzone wspólnym tytułem *„Wpływ 2-tygodniowego aktywnego okresu odpoczynku na markery równowagi prooksydacyjno-antyoksydacyjnej na tle parametrów stanu zapalnego oraz metabolizmu żelaza u koszykarek”*, stanowiący podstawę rozprawy doktorskiej:

1. **Cichoń J.**, Ostapiuk-Karolczuk J., Cieślicka M., Dziewiecka H., Marcinkiewicz A., Tafil-Klawe M., Basta P., Maciejewski D., Skarpańska-Stejnborn A. Effect of an acute exercise on early responses of iron and iron regulatory proteins in young female basketball players. BMC Sports Sci Med Rehabil. 2022 Apr 15;14(1):69. doi: 10.1186/s13102-022-00465-7.

2. **Cichoń-Woźniak J.**, Ostapiuk-Karolczuk J., Cieślicka M., Dziewiecka H., Basta P., Maciejewski D., Skarpańska-Stejnborn A. Effect of 2 weeks rest-pause on oxidative stress and inflammation in female basketball players. Sci Rep. 2024 Jun 25;14(1):14578. doi: 10.1038/s41598-024-65309-5.

W obu publikacjach Doktorantka występuje jako pierwszy autor, a jej wkład w ich był wiodący i obejmował przeprowadzenie analizy statystycznej, interpretację wyników badań, przygotowanie manuskryptu, jego redakcję i wizualizację danych, a także weryfikację oraz akceptację ostatecznej wersji tekstu. Sumaryczny IF wskazanych prac wynosi 5,7 oraz 240 pkt. MNiSW.

W czwartym rozdziale Autorka rzetelnie i klarownie zaprezentowała metodykę badań przeprowadzonych zgodnie z obowiązującymi zasadami etycznymi, z której wynika, że badaniem objęto 27 młodych koszykarek o wysokim poziomie sportowym, reprezentujących zespoły młodzieżowe klubu ENEA AZS AJP Gorzów Wielkopolski (I liga oraz Ekstraklasa). Badane zawodniczki legitymowały się co najmniej sześcioletnim stażem treningowym i dobrym stanem zdrowia.

Po okresie dwutygodniowego aktywnego odpoczynku zawodniczki wykonały test wysiłkowy o narastającej prędkości biegu aż do odmowy. Podczas badania oceniano mi wskaźniki fizjologiczne (wentylację minutową-VE, pobór tlenu-VO₂, pobór dwutlenku węgla-VCO₂, tętno). Przed rozpoczęciem testu, minutę po jego zakończeniu oraz po trzygodzinnym okresie restytucji pobierano próbki krwi. Część krwi pełnej została wykorzystana do oceny morfologii krwi (w sumie oznaczono 18 wskaźników), a pozostała do uzyskania surowicy, w której oceniano wskaźniki związane z gospodarką żelazową (hepcydynę, transferynę, ferrytynę, hemopeksynę, laktoferynę), równowagą prooksydacyjno-antyoksydacyjną (dysmutazę ponadtlenkową-SOD, całkowitą pojemność antyoksydacyjną-TAS, grupy karbonylowe-PC, produkty peroksydacji lipidów błonowych (TABARS), cytokiny zapalne (IL-6, IL-2, TNF- α , IL-1 α , IL-10, IL-13) oraz wskaźniki uszkodzenia mięśni (mioglobinę, CK, LDH, tryptofan).

Wśród wskaźników uszkodzenia mięśni Autorka uwzględniła tryptofan (TRP), który pełni przede wszystkim funkcję prekursora serotoniny, melatoniny oraz niacyny, a ponadto poprzez szlak kynureninowy odgrywa istotną rolę w regulacji odpowiedzi immunologicznej, procesów zapalnych oraz plastyczności i funkcjonowania układu nerwowego. W związku z powyższym zasadne wydaje się doprecyzowanie merytorycznych przesłanek, które leżą u podstaw wyboru tego aminokwasu jako markera uszkodzenia tkanki mięśniowej.

Przedstawiona analiza statystyczna została przeprowadzona w sposób poprawny, adekwatny do charakteru uzyskanych danych i przyjętego protokołu badawczego.

Rozdział „Wyniki” został podzielony na sześć podrozdziałów, obejmujących opisową prezentację wyników dotyczących wskaźników równowagi prooksydacyjno-antyoksydacyjnej, uszkodzenia włókien mięśni szkieletowych, wskaźników białokrwinkowych, stanu zapalnego, wskaźników czerwokrwinkowych oraz gospodarki żelazem.

Wynikami swoich badań Autorka m.in. wykazała, że:

- wzrost całkowitej pojemności antyoksydacyjnej krwi bezpośrednio po intensywnym wysiłku fizycznym i utrzymywanie się jej podwyższonego poziomu w trzeciej godzinie restytucji powysiłkowej mogło modulować odpowiedź immunologiczną oraz ograniczać skutki stresu oksydacyjnego, co znalazło odzwierciedlenie w braku zmian w stężeniach TBARS i grupach karbonylowych;
- osiągnięcie przez stężenia żelaza, hepcydyny, transferyny i laktoferyny wartości zbliżonych do poziomów spoczynkowych w trzeciej godzinie restytucji powysiłkowej wskazuje, że zastosowany intensywny wysiłek fizyczny nie spowodował istotnego zaburzenia gospodarki żelaza u koszykarek w aktywnym okresie odpoczynku.

W autoreferacie występuje niespójność dotycząca CK – w rozdziale „Wyniki” i w publikacji (nr 2, Figure 3) Autorka podaje jej wartość w jednostkach odpowiadających stężeniu, a w rozdziałach szóstym i siódmym powołuje się na jej aktywność, co wskazuje na potrzebę ujednolicenia sposobu prezentacji. Nasuwa się zatem pytanie, na czym dokładnie polega różnica między stężeniem enzymu a jego aktywnością, i jakie ma to znaczenie w interpretacji wyników? Jako inny przykład można wskazać dysmutazę ponadtlenkową (SOD), która jest enzymem, a w rozdziale „Wyniki” i w publikacji nr 2 została podana w jednostkach stężenia.

Rozdział „Dyskusja” został podzielony na trzy główne podrozdziały. W pierwszym podrozdziale zatytułowanym „*Równowaga prooksydacyjno-antyoksydacyjna*” Doktorantka, korzystając z obszernej literatury, omówiła swoje wyniki w zestawieniu z danymi z innych badań, odnosząc je do zmian w mechanizmach obrony antyoksydacyjnej obserwowanych po wysiłku fizycznym u zawodników różnych dyscyplin sportowych oraz na wybranych etapach szkolenia. W kolejnym podrozdziale pt. „*Równowaga cytokin prozapalnych i przeciwzapalnych*”, Autorka podjęła szczegółową dyskusję dotyczącą znaczenia cytokin pro- i przeciwzapalnych w regulacji odpowiedzi immunologicznej organizmu na wysiłek fizyczny. Analiza ta obejmuje zarówno reakcję na krótkotrwały, intensywny wysiłek, jak i adaptacyjne zmiany towarzyszące wysiłkowi długotrwałemu. W ostatnim podrozdziale Autorka przedstawiła i przedyskutowała zmiany zachodzące w wybranych wskaźnikach hematologicznych oraz gospodarki żelazem w odpowiedzi na wysiłek fizyczny. Analiza została przeprowadzona w świetle aktualnych doniesień literaturowych i obejmowała zarówno powysiłkowe zmiany, jak i ich znaczenie dla regulacji homeostazy żelaza, procesów regeneracyjnych oraz adaptacji organizmu do obciążeń wysiłkowych.

W rozdziale siódmym Autorka sformułowała trzy wnioski stanowiące odpowiedź na postawione hipotezy badawcze oraz odniosła się do ograniczeń badania będącego przedmiotem przedłożonej do oceny rozprawy doktorskiej. W mojej ocenie drugi wniosek nie został przedstawiony w sposób wystarczająco precyzyjny. Z pierwszego wniosku wynika bowiem, że „*podwyższenie powysiłkowych wartości TAC (...) może świadczyć o wzmocnieniu mechanizmów antyoksydacyjnych organizmu*”. Tymczasem w drugim wniosku Autorka stwierdza, iż „*zaobserwowane przesunięcie równowagi prooksydacyjno-antyoksydacyjnej w kierunku redoks wywarło działanie immunomodulujące*”. Należy podkreślić, że pojęcie „*redoks*” nie określa kierunku zmian, lecz odnosi się do stanu obejmującego procesy utleniania i redukcji. Jeżeli zatem doszło do wzmocnienia mechanizmów antyoksydacyjnych, właściwym określeniem byłoby „*przesunięcie równowagi prooksydacyjno-antyoksydacyjnej w kierunku bardziej redukcyjnym*”. W obecnym brzmieniu drugi wniosek wymaga doprecyzowania, aby zachować spójność z wnioskiem pierwszym.

Przedstawione w podsumowaniu ograniczenia badania świadczą o dojrzałym, krytycznym i odpowiedzialnym podejściu Doktorantki do analizowanego problemu badawczego, a także o wysokiej świadomości metodologicznej oraz umiejętności rzetelnej oceny zakresu i interpretacji uzyskanych wyników. Szczególnie istotnym ograniczeniem jest nieuwzględnienie cyklu menstruacyjnego nie tylko jako czynnika potencjalnie wpływającego na gospodarkę żelazem, jak wskazuje Autorka, lecz także ze względu na znaczenie poszczególnych faz cyklu oraz charakterystycznych dla nich zmian stężenia hormonów płciowych. Dotyczy to zwłaszcza estrogenów, które wykazują udokumentowane właściwości antyoksydacyjne i mogą modulować nasilenie stresu oksydacyjnego oraz odpowiedź organizmu na wysiłek fizyczny.

Wniosek końcowy

Reasumując stwierdzam, że przedłożona do oceny rozprawa doktorska Pani mgr Justyny Cichoń-Woźniak pt. „*Wpływ 2-tygodniowego aktywnego okresu odpoczynku na markery równowagi prooksydacyjno-antyoksydacyjnej na tle parametrów stanu zapalnego oraz metabolizmu żelaza u koszykarek*”, przygotowana pod kierunkiem naukowym Pani prof. dr hab. Anny Skarpańskiej-Stejnborn, stanowi cenne i oryginalne osiągnięcie o wysokiej wartości poznawczej oraz aplikacyjnej. Praca podejmuje aktualną i istotną problematykę

badawczą, wpisującą się w nurt badań z zakresu nauk medycznych i nauk o zdrowiu, w dyscyplinie nauk o kulturze fizycznej.

Z uwagi na powyższe zwracam się do Wysokiego Senatu Akademii Wychowania Fizycznego im. Eugeniusza Piaseckiego w Poznaniu o dopuszczenie Pani mgr Justyny Cichoń-Woźniak do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Ewa Sadowska-Kispa