

.....  
pieczęć Wykonawcy

Załącznik nr 4

do sprawozdania końcowego z realizacji projektu badawczego pt.  
**Ustalenie nowych wskaźników monitoringu obciążeń treningowych w różnych grupach  
wiekowych zawodników trenujących tenis,**  
nr umowy 2014.031/40/BP/DWM.

**Streszczenie rezultatów projektu**

**językiem nietechnicznym**

Streszczenie

Wysiłek fizyczny jest istotnym czynnikiem aktywującym układ immunologiczny, czego wyrazem może być wzrost stężenia cytokin pro i anty zapalnych. Z jednej strony odpowiedź prozapalna może być wynikiem mikro uszkodzeń, z drugiej strony jest sygnałem aktywującym procesy naprawcze w mięśniach, a w konsekwencji także prowadzi do zmian adaptacyjnych będących podstawowym efektem treningu sportowego. Efekt ten ogólnie odpowiada za poprawę możliwości wysiłkowej zawodników. Dlatego też w procesie treningowym ważne jest zachowanie odpowiedniej równowagi między odpowiedzią pro i anty zapalną.

Pod wpływem stresu, który nieodłącznie towarzyszy treningowi fizycznemu dochodzi do zwiększonej produkcji białek szoku cieplnego (HSP), zwanych powszechnie „białkami stresu”. Są one także uważane za „molekularne opiekunki” chroniące inne białka organizmu przed wpływem niekorzystnych czynników. Badania wykazały, że niedostateczna synteza białek HSP może prowadzić do zwiększonej wrażliwości na stres, natomiast ich prawidłowa produkcja zwiększa tolerancję na stres oraz prowadzi do przyspieszenia procesów naprawczych w komórkach mięśniowych. W ostatnich latach pojawiło się także wiele badań wskazujących na istotną funkcję witaminy D dla prawidłowego funkcjonowania układu odpornościowego organizmu.

W.

Głównym celem projektu było określenie związku między stężeniem białek HSP i poziomem witaminy D we krwi tenisistów, a stosowanymi obciążeniami treningowymi lub startowymi. Sformułowano także cztery cele szczegółowe:

1. określenie rozpowszechnienia niedoborów witaminy D oraz związku między poziomem witaminy D a zdolnością wysiłkową tenisistów;
2. określenie przydatności oznaczeń hepcydyny we krwi w ocenie reakcji organizmu na obciążenia treningowe zawodników tenisa;
3. scharakteryzowanie zależności między odpowiedzią immunologiczną a wskaźnikami dojrzałości układu immunologicznego u zawodników tenisa;
4. określenie efektów oddziaływania zanurzenia ciała w zimnej wodzie na restytucję powysiłkową tenisistów.

Wyselekcjonowaną grupę badawczą stanowili zawodnicy reprezentujący następujące kategorie wiekowe: młodzików, kadetów, juniorów i mężczyzn, po 12 osób z każdej kategorii. W młodszych kategoriach wiekowych brano pod uwagę zarówno chłopców jak i dziewczęta. W starszych kategoriach wiekowych, ze względu na występujące często indywidualne szkolenie w grupach żeńskich, w badaniach wzięli udział tylko mężczyźni. W badaniach wzięli także udział reprezentanci kraju w pucharze Davis'a (Davis Cup).

W celu określenia efektów oddziaływania zimna na przebieg restytucji przebadano grupę 10 zawodników (seniorów), poddanych treningowi o wysokiej intensywności, typowej dla meczu tenisowego. Następnie, po zakończonym wysiłku połowa grupy poddana została kąpeli w zimnej wodzie (temp. +8st.C) przez 4min, druga połowa zawodników wypoczywała biernie przez 1h. Krew do badań pobierano przed treningiem (spoczynek), po 1h i 24h od zakońzonego treningu. Po okresie 5 dni procedura została powtórzona z zamianą grup.

- Materiał do badań stanowiła krew żylna, w której oznaczono następujące wskaźniki:
- Morfologia krwi: liczba krwinek czerwonych (RBC), stężenie hemoglobiny (HGB), poziom hematokrytu (HCT), średnia objętość krwinki czerwonej (MCV), średnia masa hemoglobiny w krwince czerwonej (MCH), średnie stężenie hemoglobiny w krwinkach czerwonych (MCHC), liczba retykulocytów, liczba płytek krwi (PLT), liczba białych krwinek (WBC) z podziałem na populacje: neutrofile, limfocyty, monocyty.
  - Parametry biochemiczne krwi: stężenie żelaza, ferrytyny, aktywność kinazy kreatynowej (CK).
  - Witamina D<sub>3</sub> 25(OH), hepcydyna

W.

- Białka szoku cieplnego HSP 27 i HSP 70
- Cytokiny pro i antyzapalne IL-6, IL-10, TNF-alfa (TNF- $\alpha$ ).

Oznaczenia wykonano przy zastosowaniu nowoczesnych analizatorów, z zastosowaniem ogólnie przyjętych i szeroko stosowanych metod badawczych. Badania przeprowadzili wykwalifikowani pracownicy Akademii Wychowania Fizycznego i Sportu im. Jędrzeja Śniadeckiego w Gdańsku oraz Instytutu Sportu w Warszawie.

W poszczególnych kategoriach wiekowych odnotowano duże zróżnicowanie stężenia witaminy D. W grupach kadetów, juniorów i seniorów średnie wartości odpowiadają wartościom rekomendowanym dla sportowców. Natomiast w grupach młodzików, zarówno chłopców jak i dziewcząt średnie wartości są poniżej norm referencyjnych. Ponadto nawet w grupach, w których średnia wartość odpowiada normom, warto zwrócić uwagę, iż zawsze występują osoby, u których stężenie witaminy D jest poniżej normy. Zaskakujący jest fakt, iż sezon startowy (pora letnia) nie zmienił istotnie na poziomie witaminy D, co może sugerować, iż istotne znaczenie w syntezie witaminy D (kompensowaniu ewentualnych niedoborów) odgrywa dieta, a nie promieniowanie słoneczne. Uzyskane wyniki wskazują, iż tylko w grupie kadetów poziom witaminy D miał wpływ na odpowiedź prozapalną organizmu zarówno przed sezonem, jaki i w przypadku obciążenia zawodnikiem treningiem oraz rozegranym meczem. Im wyższe wartości były witaminy D tym odpowiedź prozapalna wyrażona w poziomie TNF $\alpha$  była niższa. Poziom witaminy D nie miał wpływu na odpowiedź antyzapalną. Interesujący był fakt, iż zarówno po zgrupowaniach jak i w trakcie sezonu poziom witaminy D korelował istotnie z subiektywną skalą odczucia zmęczenia. Im wyższy był poziom witaminy D, tym niższe odczucia zmęczenia występowały wśród zawodników.

W badaniach założono, iż stan zapalny generowany obciążeniem fizycznym może przyczyniać się do wzrostu syntezy hepcydyny, która hamuje wchłanianie żelaza w jelicie cienkim. Uzyskane wyniki nie potwierdziły założenia wstępnego, nie odnotowano bezpośredniej zależności między hepcydyną, a cytokiną prozapalną TNF $\alpha$ . Hepcydyna, zgodnie z jej działaniem, miała wpływ na poziom ferrytyny, głównego białka magazynującego żelazo we krwi. Zaobserwowano zależności odwrotnie proporcjonalne między stężeniem ferrytyny a poziomem hepcydyny. Uzyskane wartości stężenia żelaza i ferrytyny mieściły się w zakresie norm referencyjnych dla poszczególnych kategorii wiekowych. Nie odnotowano w badanej grupie tak niskich wartości ferrytyny jak w poprzednich latach, co może sugerować pozytywny wpływ działań szkoleniowych PZT na trenerów i rodziców w tym temacie.

W oparciu o wcześniejsze obserwacje założono, iż szczególną rolę w adaptacji do wysiłku fizycznego mogą pełnić białka szoku cieplnego HSP. Uzyskane wyniki wskazują na podwyższony poziom szczególnie białka HSP-27 po okresie turniejowym lub po zgrupowaniach szkoleniowych. Może to sugerować lepszą adaptację do warunków stresu turniejowego. Biorąc pod uwagę całą grupę badanych tenisistów, nie zaobserwowano bezpośredniej zależności między ilością wygranych meczy, a poziomem tych białek. Jednak w przypadku każdej kategorii wiekowej, skala subiektywnej oceny zmęczenia zawsze była niższa w przypadku osób o podwyższonym ich poziomie.

Zastosowanie zanurzenia w zimnej wodzie, jako formy odnowy biologicznej, spowodowało zwiększoną produkcję cytokin o działaniu przeciwzapalnym, co może przyczyniać się do szybszego tempa wypoczynku. Warto jednak zwrócić uwagę na ciekawą korelację między poziomem białka HSP-70, a wynikiem w teście koncentracji przeprowadzonym 24h po treningu. Osoby poddane zanurzeniu w zimnej wodzie, u których występował wyższy poziom białek HSP-70 osiągały wyższe wyniki w teście koncentracji. Zależność ta była istotna statystycznie. Nie zaobserwowano takiej korelacji w grupie odpoczywającej bez stymulacji zimnem.

Uzyskane wyniki pozwalają na sformułowanie następujących wniosków:

1. białka HSP we krwi są dobrym wskaźnikiem zmęczenia fizycznego i mentalnego sportowca;
2. poziom witaminy D może mieć wpływ na tolerancję zmian zmęczeniowych i reakcje antyzapalne w organizmie trenujących tenisistów. Wydaje się, że status witaminy D we krwi sportowców może determinować ich zdolności do wypoczynku;
3. zastosowana procedura zanurzenia w zimnej wodzie przyspiesza regenerację po wysiłku ocenianą na podstawie testów na koncentrację. Wydaje się zatem, że zawodnicy powinni być w lepszej dyspozycji w kolejnych dniach zawodów, co ma szczególne znaczenie w przypadku rozgrywanych turniejów tenisowych.

*K. Witk.*