

pieczęć Wykonawcy**Załącznik 2**

do

**SPRAWOZDANIA CZĄSTKOWEGO/KOŃCOWEGO*
Z REALIZACJI PROJEKTU BADAWCZEGO****Wpływ pobytu w warunkach sztucznej hipoksji na wydolność fizyczną wysokiej
klasy sportowców****STRESZCZENIE WYNIKÓW PROJEKTU**

Zmiany adaptacyjne zachodzące w organizmie pod wpływem oddziaływania niedotlenienia, takie jak np. przyspieszenie produkcji czerwonych krwinek i zwiększenie stężenia hemoglobiny, mogą przyczynić się do poprawy wydolności fizycznej również w wysiłkach wykonywanych na wysokościach zbliżonych do poziomu morza. Przekonanie o skuteczności tego rodzaju oddziaływań sprawia, że niektórzy sportowcy przez długi czas trenują w górach, opuszczając je tylko na zawody. Trening w górach (zwany też treningiem wysokościowym) może mieć jednak niekorzystne skutki, które są szczególnie istotne dla zawodników uprawiających konkurencje, w których bardzo ważna jest zdolność do rozwijania wysokiej mocy. Obniżenie ciśnienia powietrza i tlenu oraz specyficzne warunki otoczenia górskiego (w tym szczególnie obniżenie temperatury powietrza) znacznie utrudniają zdolność do wykonywania pracy z odpowiednio wysoką intensywnością, co może nawet prowadzić do pogorszenia wydolności w wysiłkach maksymalnych. Dlatego dla zachowania możliwości osiągnięcia korzyści z długotrwałego niedotlenienia, przy jednoczesnym zachowaniu możliwości trenowania z właściwą intensywnością, opracowano specjalną metodę oddziaływań (LH+TL), która oparta jest na pobycie na średniej wysokości (np. 2500 m n.p.m.), lecz wykonywaniu niektórych treningów na mniejszej wysokości niż 1200 m n.p.m. Stosowanie tej metody związane jest jednak z koniecznością zapewnienia logistyki (nie zawsze łatwej w górach), nakładami finansowymi i stratą czasu, dlatego od pewnego już czasu trening wysokościowy prowadzi się w oparciu o oddziaływanie sztuczną hipoksją, w której niedotlenienie, odwrotnie niż w górach, wynika nie ze zmniejszenia ciśnienia powietrza, tylko ze zmniejszenia stężenia tlenu – tzw. hipoksja normobaryczna. Wyniki niektórych badań naukowych sugerują, że wywołuje ona podobne efekty jak pobyt w górach, ale warunkiem ich osiągnięcia jest wystawienie organizmu na oddziaływanie symulujące wysokość 2500-3000 m n.p.m., trwające kilkanaście godzin dziennie, przez 3-4 tygodnie. Ze względu na konieczność tak długiego przebywania w hipoksji, korzystanie z namiotów hipoksycznych może być dość uciążliwe, dlatego w wielu ośrodkach sportowych na całym świecie wybudowano

specjalne pomieszczenia, w których zawodnicy mogą dowolnie długo przebywać i spać. Od 2013 r. takimi pomieszczeniami dysponuje również COS Zakopane. Choć od tamtej pory przewinęło się przez nie wiele grup sportowych, to jednak dotąd nie udokumentowano, aby panujące w tych pomieszczeniach warunki były w stanie wywołać pożądane efekty adaptacyjne, które znajdą przełożenie na poprawę wydolności fizycznej. Dlatego na wniosek Polskiego Związku Kolarskiego, który zaplanował 3-tygodniowe w COS Zakopane zgrupowanie zawodniczek kadry szosowej i torowej, Instytut Sportu przeprowadził badania, których celem było określenie wpływu sztucznej hipoksji na wydolność w długotrwałych i krótkotrwałych wysiłkach fizycznych oraz ustalenie czy dodatkowy bodziec, w postaci hipoksji normobarycznej, jest w stanie przyczynić się do istotnego zwiększenia efektywności treningu ponad tą, jaką uzyskuje się poprzez trening i przebywanie w zwykłych warunkach, czyli bez korzystania z dodatkowej stymulacji hipoksyjnej.

W badaniach wzięły udział 23 zawodniczki, które dwa razy przeszły kompleksowe testy laboratoryjne; pierwszy - przed zgrupowaniem i drugi - dwa tygodnie po jego zakończeniu. Oprócz testów wydolności fizycznej (stopniowanego testu do odmowy i 10-s testu mocy maksymalnej) wykonywanych na ergometrze Cyclus2 (umożliwiającym pracę na ramie własnego roweru), w zakres testów wchodziły: analiza wskaźników krwi odnoszących się do oceny stanu krwi i układu krwiotwórczego – morfologia krwi i pomiary całkowitej masy hemoglobiny (tHb-mass), objętość krwi i osocza, a także oznaczenia wartości wskaźników służących do wykrywania stanów mogących negatywnie wpływać na proces produkcji czerwonych krwinek, takich jak: niedobór żelaza, stan zapalny i nasilony rozpad czerwonych krwinek (hemoliza). Dodatkowo wykonano: oznaczenia stężeń hormonów (na ich podstawie określana była równowaga pomiędzy tworzeniem i rozpadem białek organizmu), analizę składu ciała (określenie masy tkanki tłuszczowej i beztłuszczowej masy ciała), a także określano stan emocjonalny zawodniczek (poziom lęku). Zarówno w pierwszym jak i drugim terminie, testy laboratoryjne były poprzedzone badaniami lekarskimi, obejmującymi m.in. komputerową analizę czynności serca. Dla zbadania efektu placebo, zawodniczki przebywające w Zakopanem podzielono na dwie grupy, z których jedna miała przebywać w warunkach symulujących wysokość zbliżoną do 2500 m n.p.m. (Grupa Eksperymentalna), a druga (Grupa Placebo) miała być przekonana, że również przebywa w takich warunkach, ale *de facto* przebywać w warunkach symulujących wysokości <1200 m n.p.m. Wyniki uzyskane przez uczestniczki zgrupowania w Zakopanem, porównano z wynikami, jakie osiągnęły zawodniczki, które w tym samym czasie prowadziły trening w zwykłych warunkach (Grupa Kontrolna). W czasie zgrupowania przeprowadzono rekonesans, który posłużył do oceny tolerancji zawodniczek na przebywanie w pomieszczeniach hipoksyjnych. Wyżej opisane badania były przeprowadzone w układzie podwójnie ślepej próby, polegającej na tym, że ani same zawodniczki, ani wykonawcy badań nie posiadali rozeznania odnośnie przynależności zawodniczek do poszczególnych grup. W analizach nie uwzględniono wyników jednej zawodniczki z Grupy Eksperymentalnej, gdyż nie spełniła ona założeń eksperymentu, stąd ostateczna liczebność poszczególnych grup wynosiła kolejno 8+7+7.

Ogólnym wnioskiem wynikającym z przeprowadzonych badań było to, że w okresie objętym analizą nastąpiły u zawodniczek korzystne zmiany w postaci wzrostu wartości takich wskaźników wydolności fizycznej jak: moc końcowa i moc odnosząca się do tzw. progów metabolicznych, a także w postaci zwiększenia całkowitej masy hemoglobiny. Jednak efekty te nie były związane z tym, czy zawodniczki stosowały dodatkowy bodziec, w postaci hipoksji normobarycznej (HN), czy też przebywały i trenowały w zwykłych warunkach. Nie można zatem powiedzieć, że HN, przynajmniej w zakresie zastosowanym na zgrupowaniu kolarzek, przyczyniła się do istotnego zwiększenia efektywności treningu ponad tą, jaką uzyskuje się poprzez przebywanie i trening w zwykłych warunkach. Należy przy tym zaznaczyć, że z danych zebranych z kwestionariuszy, które zawodniczki wypełniały w czasie zgrupowania w Zakopanem wynika, że przebywały one w warunkach hipoksji normobarycznej średnio przez 288 ± 22 godziny, co spełnia podstawowy postulat dotyczący minimalnie skutecznej dawki (określonej długością pobytu) dla wywołania korzystnych efektów adaptacyjnych. Poza tym wyniki badań lekarskich i analiz krwi nie uwiłocznily u żadnej z zawodniczek takich stanów jak: stany zapalne, niedobór żelaza i nasiloną hemolizę, które mogłyby zahamować produkcję czerwonych krwinek i wpływać na obniżenie ich ilości. Oprócz osobniczej podatności na przystosowanie do niedotlenienia, jedną najważniejszych przyczyn braku zauważalnych efektów przebywania zawodniczek w HN może być działanie systemu hipoksycznego w COS Zakopane. Analiza danych dostarczonych przez ten ośrodek uwiłocznily, że średnio biorąc połowa zawodniczek Grupy Eksperymentalnej przebywała w warunkach odpowiadających wysokości 2250 m n.p.m., natomiast druga w warunkach odpowiadających wysokości 2050 m n.p.m. Poza tym system wykazywał dużą niestabilność, która sprawiała, że chwilami ciśnienie parcjalne tlenu (będące iloczynem ciśnienia atmosferycznego i zawartości tlenu w powietrzu) obniżało się do bardzo niskich wartości (nawet odpowiadających wysokości 4700 m n.p.m.). Wskazuje to na konieczność pilnego sprawdzenia, czy jest są to rzeczywiste wyniki, czy tylko artefakt pomiarowy.

Z przeprowadzonych badań wynika, że zastosowany przez Polski Związek Kolarski model treningowy, w którym wykorzystywany był dodatkowy bodziec, oparty na pobycie w pomieszczeniach hipoksycznych w COS Zakopane, nie dał większych efektów ponad te, które zostały osiągnięte bez tego bodźca. Skłania to do poszukiwania innych modeli oddziaływania – np. opartych na dłuższej ekspozycji na hipoksję, czy też na symulacji większych wysokości – np. 2500-3000 m n.p.m. Jeśli miałyby to się opierać na pobycie w COS Zakopane, to należałoby wcześniej wyjaśnić wyżej zgłaszane kwestie.

Sprawozdanie sporządzono dnia 15.12.2014

Sporządził
(data, podpis)

Zatwierdził po stronie Wykonawcy
(data, podpis)

15.12. 2014 w Warszawie

Z-ca DYREKTORA
INSTYTUTU SPORTU
ds. USŁUG I WDROŻEN
D. S. Słowiński
.....
dr Dariusz Słowiński
.....

15.12.2014
.....
DYREKTOR
INSTYTUTU SPORTU
A. Pokrywka
.....
dr Andrzej Pokrywka
.....

*niepotrzebne skreślić