

## STRESZCZENIE

### WPLYW ĆWICZEŃ REAKCYJNYCH NA POZIOM WYBRANYCH ZDOLNOŚCI PERCEPCYJNYCH I MOTORYCZNYCH SIATKARZY I SIATKAREK W WIEKU 16 – 18 LAT

SŁOWA KLUCZOWE: trening stroboskopowy, zwinność, szybkość reakcji, gry sportowe

**Cel:** Celem pracy była wieloaspektowa analiza skuteczności zastosowania ćwiczeń reakcyjnych na poziom wybranych zdolności percepcyjnych i motorycznych młodych sportowców systematycznie trenujących piłkę siatkową. Badania koncentrowały się na uwarunkowaniach zwinności reakcyjnej oraz efektach programu ćwiczeń reakcyjnych na wybrane zdolności percepcyjne i motoryczne, ocenianych zarówno w warunkach laboratoryjnych, jak i specyficznych na boisku do siatkówki. Program ćwiczeń reakcyjnych realizowano z zastosowaniem stymulacji stroboskopowej oraz w warunkach widzenia niezakłóconego.

**Material i metody:** W badaniu pierwszym (publikacja 1) dotyczącym oceny determinantów zwinności reakcyjnej udział wzięło 135 młodych sportowców w wieku 16 –18 lat, w tym 61 mężczyzn i 74 kobiet. Kolejne etapy badań dotyczyły realizacji eksperymentu pedagogicznego i oceny efektów wdrożenia programu ćwiczeń reakcyjnych. W eksperymencie udział wzięło 50 zawodników i zawodniczek. Każdą grupę (kobiet i mężczyzn) podzielono losowo na dwie podgrupy: eksperymentalną i kontrolną. Zajęcia odbywały się trzy razy w tygodniu w obu grupach: w grupie eksperymentalnej z użyciem okularów stroboskopowych, a w grupie kontrolnej bez ich wykorzystania. Wśród zdolności percepcyjnych analizie poddano szybkość reakcji prostej i złożonej, wrażliwość sensoryczną, ruchy śledzące oka, dynamikę ruchów sakkadowych oraz adaptację sensomotoryczną w biegu zwinności reakcyjnej. Natomiast wśród zdolności motorycznych analizowano poziom siły eksplozywnej kończyn dolnych, maksymalną częstotliwość ruchu oraz szybkość biegu zwinnościowego i zwinność reakcyjną. Ponadto, badano zmienność szybkości wzrokowo-ruchowej podczas specyficznego zadania blokowania jako elementu sprawności specjalnej w piłce siatkowej. Pomiar funkcji percepcyjnych i motorycznych był oceniany przed, po zakończeniu interwencji oraz po 4 tygodniach od ukończenia eksperymentu pedagogicznego.

**Wyniki badań:** Czynniki motoryczne i percepcyjne determinują zmienność zwinności reakcyjnej, przy czym determinanty te są różne u płci badanych. Stwierdzono, że czynniki takie jak siła eksplozywna kończyn dolnych, szybkość reakcji złożonej, śledzenie liniowe oraz

wrażliwość sensoryczna odgrywają istotną rolę dla osiągnięć w wynikach zwinności reakcyjnej, przy osiągniętych współczynnikach determinacji ( $R^2$ ) wynoszących 23,6% (eksplozywna siła i szybkość reakcji złożonej) u mężczyzn oraz 34,5% (eksplozywna siła, śledzenie liniowe i drażliwość sensoryczna) u kobiet. W wyniku przeprowadzonego programu ćwiczeń reakcyjnych stwierdzono istotny efekt interakcji czynników CZAS i GRUPA dla: (1) czasu ruchu prostego ( $p = 0.020$ ,  $\eta^2 = 0.08$ ), z poprawą w grupie eksperymentalnej po interwencji oraz w teście retencyjnym ( $p = 0.003$ ,  $d = 0.42$  oraz  $p = 0.027$ ,  $d = 0.35$ , odpowiednio); (2) szybkości reakcji złożonej ( $p < 0.001$ ,  $\eta^2 = 0.22$ ), z dużym efektem po interwencji w grupie eksperymentalnej ( $p < 0.001$ ,  $d = 0.87$ ) i małym efektem w grupie kontrolnej ( $p = 0.010$ ,  $d = 0.31$ ); (3) dynamiki sakkad ( $p = 0.011$ ,  $\eta^2 = 0.09$ ) z poprawą w grupie eksperymentalnej w teście kontrolnym ( $p = 0.002$ ,  $d = 0.77$ ); (4) zwinności reakcyjnej ( $p = 0.039$ ,  $\eta^2 = 0.07$ ), z poprawą w teście po interwencji w grupie eksperymentalnej ( $p = 0.017$ ,  $d = 0.49$ ) oraz (5) adaptacji sensomotorycznej ( $p = 0.012$ ,  $\eta^2 = 0.13$ ) z dużym efektem poprawy w grupie eksperymentalnej po zastosowanym treningu stroboskopowym ( $p = 0.004$ ,  $d = 0.87$ ). W teście sprawności specjalnej, stwierdzono istotne różnice między pomiarami przed i bezpośrednio po interwencji ( $p = 0.031$ ,  $d = 0.54$ ) w grupie eksperymentalnej, na korzyść drugiego pomiaru.

**Wnioski:** Poziom zwinności reakcyjnej jest determinowany przez czynniki motoryczne i percepcyjne, zależy od płci badanych. Siła eksplozywna kończyn dolnych, szybkość reakcji złożonej, śledzenie liniowe oraz drażliwość sensoryczna są kluczowymi determinantami poziomu zwinności reakcyjnej. Tworzenie programów treningowych mających na celu poprawę zwinności reakcyjnej powinno uwzględniać włączenie ćwiczeń doskonalących zdolności percepcji wzrokowej. Sześciotygodniowy program ćwiczeń reakcyjnych skutecznie wpływa na zmiany zdolności percepcyjnych i motorycznych, diagnozowanych zarówno w warunkach laboratoryjnych, jak i na boisku. Program treningowy młodych siatkarzy i siatkarek realizowany z użyciem okularów stroboskopowych jest bardziej efektywny niż prowadzony w warunkach widzenia niezakłóconego. Trening stroboskopowy poprawia wyniki w zadaniach sprawności specjalnej w piłce siatkowej, jednak brak długoterminowych efektów wskazuje na potrzebę systematycznego włączania tych ćwiczeń do regularnego treningu młodych zawodników.

## ABSTRACT

### THE IMPACT OF REACTION TRAINING ON THE LEVEL OF SELECTED PERCEPTUAL AND MOTOR SKILLS OF MALE AND FEMALE VOLLEYBALL PLAYERS AGED 16-18

**KEYWORDS:** stroboscopic training, agility, reaction speed, team sports

**Objective:** The aim of this study was to conduct a comprehensive analysis of the effectiveness of reactive exercises on selected perceptual and motor abilities in young athletes who regularly train in volleyball. The research focused on the determinants of reactive agility and the effects of the reactive exercise program on selected perceptual and motor abilities, assessed both in laboratory conditions and in volleyball-specific settings. The reactive exercise program was implemented using stroboscopic stimulation as well as under normal vision conditions.

**Material and Methods:** The first study (publication 1), which focused on assessing the determinants of reactive agility, involved 135 young athletes aged 16–18 years, including 61 males and 74 females. The subsequent stages of the research involved conducting a pedagogical experiment and evaluating the effects of implementing a reactive exercise program. The experiment included 50 male and female athletes. Each group (male and female) was randomly divided into two subgroups: experimental and control. Training sessions were held three times a week for both groups: the experimental group trained using stroboscopic glasses, while the control group trained without them. The perceptual abilities analyzed included simple and complex reaction times, sensory sensitivity, eye-tracking movements, saccadic dynamics, and sensorimotor adaptation in reactive agility running. The motor abilities analyzed included explosive lower limb strength, maximum movement frequency, agility run speed, and reactive agility. Additionally, the variability of visual-motor reaction speed during a specific blocking task, as an element of volleyball-specific performance, was examined. The assessment of perceptual and motor functions was conducted before, immediately after the intervention, and four weeks after the completion of the pedagogical experiment.

**Results:** The study found that motor and perceptual factors determine the variability of reactive agility, with these determinants differing by gender. It was found that factors such as explosive lower limb strength, complex reaction speed, linear tracking, and sensory sensitivity play significant roles in reactive agility performance, with determination coefficients ( $R^2$ ) of 23.6% (explosive strength and complex reaction speed) for males and 34.5% (explosive strength, linear

tracking, and sensory sensitivity) for females. The reactive exercise program resulted in a significant interaction effect of TIME  $\times$  GROUP for (1) simple reaction time ( $p = 0.020$ ,  $\eta p^2 = 0.08$ ), with improvements in the experimental group after the intervention and in the retention test ( $p = 0.003$ ,  $d = 0.42$  and  $p = 0.027$ ,  $d = 0.35$ , respectively); (2) complex reaction speed ( $p < 0.001$ ,  $\eta p^2 = 0.22$ ), with a large effect after the intervention in the experimental group ( $p < 0.001$ ,  $d = 0.87$ ) and a small effect in the control group ( $p = 0.010$ ,  $d = 0.31$ ); (3) saccadic dynamics ( $p = 0.011$ ,  $\eta p^2 = 0.09$ ) with improvements in the experimental group in the retention test ( $p = 0.002$ ,  $d = 0.77$ ); (4) reactive agility ( $p = 0.039$ ,  $\eta p^2 = 0.07$ ), with improvements in the experimental group after the intervention ( $p = 0.017$ ,  $d = 0.49$ ); and (5) sensorimotor adaptation ( $p = 0.012$ ,  $\eta p^2 = 0.13$ ) with a large effect of improvement in the experimental group after the stroboscopic training ( $p = 0.004$ ,  $d = 0.87$ ). In the volleyball-specific performance test, significant differences were observed between the pre-test and post-test ( $p = 0.031$ ,  $d = 0.54$ ) in the experimental group, favoring the post-test results.

**Conclusions:** The level of reactive agility is determined by motor and perceptual factors, which vary by gender. Explosive lower limb strength, complex reaction speed, linear tracking, and sensory sensitivity are key determinants of reactive agility. Training programs aimed at improving reactive agility should incorporate exercises that enhance visual perception abilities. A six-week reactive exercise program effectively influences changes in perceptual and motor abilities, as assessed both in laboratory conditions and on the volleyball court. The program using stroboscopic glasses is more effective than one conducted under normal vision conditions. Although stroboscopic training improves performance in volleyball-specific agility tasks, the lack of long-term effects suggests the necessity of regularly integrating these exercises into the training routines of young athletes.