

do sprawozdania końcowego z projektu badawczego nr 2016.047/40/BP/DSW
finansowanego ze środków budżetowych MSiT.

STRESZCZENIE

Tytuł projektu

Opracowanie metody wizualizacji w ocenie techniki ruchu pływania przy wykorzystaniu pomiarów akcelerometrycznych.

Wprowadzenie

W ramach projektu zrealizowanego w 2015 roku opracowano unikalną metodę wyznaczania mechanicznej charakterystyki ruchu w pływaniu na podstawie pomiarów akcelerometrycznych. Charakterystyka zawiera, między innymi, przebiegi zmian prędkości ruchu, przyspieszeń i zmian położenia obręczy biodrowej w trakcie typowych wysiłków związanych z pływaniem. Do pomiarów zastosowano mikroprocesorowy rejestrator trójosiowych przyspieszeń i trójosiowych prędkości kątowych rotacji. Rejestrator utwierdzony jest na obręczy biodrowej zawodnika w sposób niezakłócający naturalnej techniki ruchu podczas pływania. Badania wykonano z zawodnikami kadry narodowej pływania.

Pracę opartą na wynikach dotyczących klasycznego stylu pływania zaprezentowano w ramach Międzynarodowej Konferencji Biomechaniki Biomechanics 2016 oraz opublikowano w renomowanym wydawnictwie naukowym. (Staniak, Z., Buśko, K., Górski, M., Pastuszek, A. (2016). *Accelerometer Profile of Motion of the Pelvic Girdle in Breaststroke Swimming. Journal of Human Kinetics*, 52/2016, 147-156.)

Podczas upowszechniania uzyskanych wyników badań w środowisku trenerskim stwierdzono, że w początkowym okresie wdrażania do praktyki sportowej opracowanej metody niezbędne jest zastosowanie uproszczonej analizy wideo w celu nauczania skutecznej interpretacji przebiegów akcelerometrycznych prezentowanych na charakterystykach. Wynika to z faktu, że interpretacja przebiegów przyspieszenia wymaga dużego doświadczenia oraz z faktu, że obecnie podstawowa analiza techniki ruchu w pływaniu oparta jest głównie na obserwacji wzrokowej zawodnika.

Cel projektu.

Celem projektu było opracowanie, do potrzeb diagnostycznych i wspomagania treningu, uproszczonej metody filmowania w celu skutecznego nauczania interpretacji akcelerometrycznej charakterystyki ruchu obręczy biodrowej pływaka w różnych stylach pływania.

Materiał i metody.

Pomiary wykonano u 13 zawodników obu płci, w wieku 16÷25 lat (średnia wieku $19,9 \pm 2,6$ lat). Zawodnicy pływali w basenie 25 m stylem pływackim zgodnym z ich główną specjalizacją. W trakcie pomiarów zadaniem zawodników było wykonanie startu, pokonanie pierwszej długości basenu oraz wykonanie nawrotu z intensywnością możliwie bliską maksymalnej oraz pokonanie drugiej długości basenu z intensywnością właściwą dla treningu techniki ruchu w danym stylu pływackim.

Do pomiarów akcelerometrycznej charakterystyki wysiłku zastosowano opracowaną w 2015 roku metodę z zastosowaniem mikroprocesorowego rejestratora trójosiowych przyspieszeń i trójosiowych prędkości kątowych rotacji. Rejestrator utwierdzany jest na obręczy biodrowej zawodnika w sposób niezakłócający naturalnej techniki ruchu podczas pływania.

Dane pomiarowe z rejestratora analizowano specjalnie opracowanym programem STA1v0. Program wyposażono w funkcje umożliwiające transfer danych z rejestratora do komputera oraz funkcje do podstawowej analizy i prezentacji przebiegów zmierzonych lub obliczonych wielkości. Oprogramowanie generuje standardowe arkusze akcelerometrycznych charakterystyk opisujących, w formie graficznej i liczbowej, kinetykę i dynamikę przemieszczenia środka masy ciała na skutek zastosowanej techniki ruchu w poszczególnych fragmentach wysiłku zawodników: start ze słupka, styl pływania delfinem pod wodą, styl właściwy (dowolny lub klasyczny lub motylkowy lub grzbietowy) i nawrót.

Do filmowania zawodników w trakcie pływania w basenie zastosowano dwie kamery umieszczone w wodoszczelnej obudowie, utwierdzone nad lustrem wody i pod lustrem wody na specjalnie zaprojektowanym „wózku”, przemieszczanym ręcznie po brzegu basenu równoległe do kierunku pływania zawodnika. Zastosowane rozwiązania techniczne w konstrukcji wózka umożliwiają szybkie dostosowanie układu jezdnego do różnych nabrzeży basenu.

Nagrania z obydwu kamer zsynchronizowano i połączono w jeden zapis wideo. Do obróbki zapisów wideo zastosowano program Kinovea (www.kinovea.org) dedykowany do analizy ruchu zwłaszcza w sporcie dla trenerów i zawodników.

Zastosowane oprogramowanie do analizy wideo oraz do analizy przebiegów akcelerometrycznych umożliwia synchroniczną analizę przebiegów akcelerometrycznych oraz zapisów wideo analizowanych fragmentów wysiłku pływaka. Dokładność synchronizacji zapisów wideo z zapisami przebiegów akcelerometrycznych determinuje głównie szybkość nagrań wideo i wynosi $\pm 0,0083$ s.

Wyniki badań.

Uzyskano indywidualne charakterystyki AG3D zawodników startu ze słupka i nawrotu oraz indywidualne charakterystyki AG3DC techniki ruchów cyklicznych pływania stylem: klasycznym, motylkowym, dowolnym i grzbietowym oraz delfinem pod wodą (razem 61 charakterystyk). Charakterystyki w formacie PDF dołączono do sprawozdania końcowego z projektu w załączniku nr 4.

Charakterystyki zawierają między innymi przebiegi chwilowych zmian przyspieszeń prędkości ruchu postępowego oraz przebiegi zmian chwilowego położenia kąтового obręczy biodrowej zawodnika. Dodatkowo każda charakterystyka zawiera zestaw liczbowych wartości (parametrów) charakterystycznych punktów prezentowanych przebiegów i wartości czasu ich uzyskania w odniesieniu do początku charakterystyki lub początku cyklu w przypadku ruchów cyklicznych.

Dokonano analizy statystycznej parametrów charakterystyk właściwych dla danego stylu pływania lub fragmentu wysiłku. Na podstawie odchyień standardowych średnich wartości parametrów oraz wizualnej analizy kształtu przebiegów prezentowanych wielkości stwierdzono, że uzyskane charakterystyki różnicują sposób realizacji techniki ruchu badanych zawodników.

Uzyskano również nagrania wideo z zapisem 13 kompletnych biegów zawodników z zsynchronizowanym widokiem zawodnika pod wodą i nad wodą. Filmy wideo dołączono do sprawozdania końcowego z projektu w załączniku nr 4.

Dokonano synchronicznej analizy zapisów wideo i przebiegów akcelerometrycznych prezentowanych na charakterystykach poszczególnych fragmentów wysiłku badanych pływaków. Analiza wykazała, że zastosowana metoda filmowania zawodników znakomicie ułatwia interpretację charakterystyk akcelerometrycznych. Pozwala określić wpływ

ustawienia i dynamiki ruchu segmentów ciała na zmiany prędkości i przyspieszeń ruchu podczas pływania. Umożliwia również jednoznaczne wskazanie błędów w technice ruchu i ułatwia określenie sposobu ich korekcji. Szczegółowe analizy dołączono do sprawozdania końcowego z projektu w załączniku nr 3.

Podsumowanie i wnioski.

Uproszczona metoda analizy wideo jest znakomicie pomocna: w wyjaśnieniu wątpliwości interpretacyjnych charakterystyk akcelerometrycznych, w dokładnym zobrazowaniu skutków popełnianych błędów techniki oraz w poszukiwaniu sposobów optymalizacji techniki ruchu pływaka.

Wykonane badania potwierdziły jednoznacznie, że akcelerometryczne charakterystyki AG3D i AG3DC pływania zawierają istotne i precyzyjne informacje o sposobie realizacji techniki ruchu w pływaniu.

Istotną zaletą zaproponowanej metody analizy jest łatwy pomiar, duża liczba obiektywnych parametrów charakteryzujących ruch obręczy biodrowej pływaka oraz duża czułość i rozdzielczość informacji.

Uzyskane wyniki i wnioski z analiz wskazują na celowość wdrażania opracowanej metody pomiaru i analizy techniki ruchu w pływaniu sportowym do praktyki trenerskiej.

Zastosowana metoda pomiaru i forma prezentacji charakterystyki wyników jest narzędziem pozwalającym na efektywne zastosowanie do celów treningowych, dydaktycznych i badań naukowych związanych z biomechaniką ruchu w pływaniu.

W realizacji projektu uczestniczyli:

mgr inż. Zbigniew Staniak (koordynator),

dr hab. Krzysztof Buśko, prof. nadzw.,

dr Piotr Żmijewski,

mgr inż. Michał Górski.

Projekt został zrealizowany zgodnie z umową i kartą projektu. Założone cele projektu zostały osiągnięte.

