

ABSTRACT

Title: Functional asymmetry in the development of maximal speed in repeated sprint running

Keywords: sprint running, kinematics, asymmetry, speed

The purpose of this study is to determine, based on the obtained kinematic parameters in running at a distance of 50 m, the occurrence of symmetry or functional (kinematic) asymmetry and to study its impact on the various phases of running and on the final result in athletes at different sports levels. An additional aspect is to compare the occurrence of asymmetry and its impact on the maximum speed achieved.

The interpretation of kinematic parameters based on lower limb asymmetry required answering the following research questions:

1. Does symmetry or functional (kinematic) asymmetry of the lower limbs occur in running, and how does it affect sprint performance?
2. Do the phases of a 50-meter sprint run differentiate individual kinematic parameters in terms of symmetry and asymmetry?
3. Does the sport's level, in addition to the score, affect the symmetries or asymmetries of the kinematic parameters of the sprint stride?
4. Does the value of functional symmetry or asymmetry of kinematic parameters in sprint running change with the increase of maximum running speed?

The study was conducted with a selected 18-person group of the best Polish senior and junior athletes specializing in sprint running, having life records at 100 m at the elite (seniors ≤ 10.40) and sub-elite (juniors ≤ 11.10 s) levels. The tested athletes are Polish national team athletes medalists of international events and multiple medalists of the Polish Championships in sprint running. Before the experiment, each athlete underwent anthropometric measurements (height and body weight).

Each sprinter performed four 50-meter runs, starting from a high position at a bend. After each run, the athletes had a five-minute break. The slowest and fastest run of the four was selected for analysis. An OptoJumpNEXT device was used to measure kinematic parameters over the entire 50 m distance, and WittyGate photocells were used to measure time over 0–20 m and 0–50 mm distances.

For statistical analysis, a symmetry index was calculated for the collected kinematic parameters, and several advanced statistical methods were used to thoroughly examine the data and draw conclusions about the variables studied. Among the methods used were the Student's t-test for independent samples, one-dimensional analysis of variance (ANOVA), Bonferroni post-hoc tests, backward stepwise regression, and PAM profile analysis.

The research conducted and the extensive analysis of the results through advanced statistical methods have led to significant findings. The functional asymmetry of running has a profound impact on sprint performance. The study reveals that elite athletes who perform better exhibit less asymmetry in key kinematic parameters such as stride length, stride frequency, and ground contact time. Greater symmetry in these parameters fosters better performance in the 50-meter run. The phases of a 50-meter sprint run differentiate individual kinematic parameters in terms of asymmetry. In the acceleration phase (the first 20 meters), lower stride length and frequency asymmetry correlate with better performance. Step frequency symmetry is crucial in the maximum speed phase (the last 30 meters). The athletes' performance level, in addition to the score, significantly influences the asymmetry coefficient of the kinematic parameters of the sprint stride. Elite athletes show less asymmetry compared to sub-elite athletes, a finding that underscores the impact of the athletes' skill level on the study's findings. The findings of this research have practical implications for coaches, sports scientists, and athletes. A higher athletic level is associated with a more optimized running technique. As running speed increases, the value of the functional asymmetry of kinematic parameters in sprint running changes. The analysis showed that the symmetry of stride length and contact time is crucial in the acceleration phase, while in the maximum speed phase, the symmetry of stride frequency plays an important role. Athletes who can maintain excellent symmetry at higher speeds perform better. These insights can be used to design training programs that focus on improving stride length and frequency symmetry, thereby enhancing sprint performance.

STRESZCZENIE

Tytuł: Asymetria funkcjonalna w kształtowaniu szybkości maksymalnej w powtarzanych biegach sprinterskich

Słowa kluczowe: biegi sprinterskie, kinematyka, asymetria, szybkość

Celem pracy jest określenie na podstawie uzyskanych parametrów kinematycznych w biegu na dystansie 50 m występowania symetrii lub asymetrii funkcjonalnej (kinematycznej) i zbadanie jej wpływu na poszczególne fazy biegu oraz na wynik końcowy u zawodników na różnym poziomie sportowym. Dodatkowym aspektem jest porównanie występowania asymetrii i oddziaływania jej w stosunku do osiągniętej prędkości maksymalnej.

Interpretacja parametrów kinematycznych w oparciu o asymetrię kończyn dolnych wymagała odpowiedzi na następujące pytania badawcze:

1. Czy symetria lub asymetria funkcjonalna (kinematyczna) kończyn dolnych występuje w biegu oraz jak wpływa na wyniki w sprincie?
2. Czy fazy biegu sprinterskiego na 50 m różnicują poszczególne parametry kinematyczne pod względem symetrii i asymetrii?
3. Czy poziom sportowy poza wynikiem wpływa na symetrie lub asymetrie parametrów kinematycznych kroku sprinterskiego?
4. Czy wraz ze wzrostem prędkości maksymalnej biegu zmienia się wartość symetrii lub asymetrii funkcjonalnej parametrów kinematycznych w biegach sprinterskich?

Badania przeprowadzono z udziałem wyselekcjonowanej 18-osobowej grupy najlepszych polskich lekkoatletów w wieku seniorskim i juniorskim specjalizujących się w biegach sprinterskich, mających rekordy życiowe na dystansie 100 m na poziomie elity (seniorzy $\leq 10,40$) i sub-elity (juniorzy $\leq 11,10$ s). Badani zawodnicy to zawodnicy kadry Polski i medaliści imprez międzynarodowych oraz wielokrotni medaliści Mistrzostw Polski w biegach sprinterskich.

Przed eksperymentem każdy zawodnik przeszedł pomiary antropometryczne (wysokość i masa ciała). Każdy sprinter wykonał cztery biegi na 50 m, startując z pozycji wysokiej z zakroku. Po każdym biegu zawodnicy mieli 5 minut przerwy. Do analizy wybrano najwolniejszy i najszybszy bieg z czterech. Na całej długości dystansu 50 m użyto urządzenia OptoJumpNEXT do pomiaru parametrów kinematycznych oraz fotokomórek WittyGate do pomiaru czasu na odcinkach 0-20 m i 0-50 m.

Do przeprowadzenia analizy statystycznej wyliczono wskaźnik symetrii (Symmetry Index) do zgromadzonych parametrów kinematycznych oraz użyto kilku zaawansowanych metod statystycznych, które pozwoliły na dokładne zbadanie danych oraz wyciągnięcie wniosków dotyczących badanych zmiennych. Wśród zastosowanych metod znalazły się: test t-Studenta dla prób niezależnych, jednowymiarowa analiza wariancji (ANOVA), testy post-hoc Bonferroniego, regresja krokowa wsteczna oraz analiza profilowa PAM.

Przeprowadzone badania oraz obszerna analiza wyników, poprzez zaawansowane metody statystyczne, pozwoliły wyciągnąć z eksperymentu następujące wnioski. Asymetria funkcjonalna biegu ma istotny wpływ na wyniki w sprincie. Badania pokazują, że zawodnicy z grupy elity, którzy osiągają lepsze wyniki, wykazują mniejszą asymetrię w kluczowych parametrach kinematycznych, takich jak długość kroku, częstotliwość kroku oraz czas kontaktu z podłożem. Większa symetria tych parametrów sprzyja lepszym wynikom w biegu na 50 metrów. Fazy biegu sprinterskiego na 50 metrów różnicują poszczególne parametry kinematyczne pod względem asymetrii. W fazie przyspieszenia (pierwsze 20 metrów) mniejsza asymetria długości kroku i częstotliwości kroku koreluje z lepszymi wynikami. W fazie prędkości maksymalnej (ostatnie 30 metrów) kluczowa jest symetria częstotliwości kroku. Poziom sportowy poza wynikiem wpływa na współczynnik asymetrii parametrów kinematycznych kroku sprinterskiego. Zawodnicy elity wykazują mniejszą asymetrię w porównaniu do zawodników sub-elity. Różnice te są widoczne w takich parametrach jak długość kroku, częstotliwość kroku i czas kontaktu, co wskazuje, że wyższy poziom sportowy jest związany z bardziej zoptymalizowaną techniką biegu. Wraz ze wzrostem prędkości biegu zmienia się wartość asymetrii funkcjonalnej parametrów kinematycznych w biegach sprinterskich. Analiza wykazała, że w fazie przyspieszenia symetria długości kroku i czasu kontaktu jest kluczowa, natomiast w fazie prędkości maksymalnej symetria częstotliwości kroku odgrywa istotną rolę. Zawodnicy, którzy są w stanie utrzymać większą symetrię przy wyższych prędkościach, osiągają lepsze wyniki.