STRESZCZENIE

Efekty kształtowania mocy mięśniowej kończyn dolnych u młodych siatkarzy i siatkarek w toku eksperymentalnego treningu skoczności o charakterze plyometrycznym

W sportowym szkoleniu dzieci i młodzieży olbrzymie znaczenie przypisuje się metodyce nauczania umiejętności specjalistycznych i metodyce kształtowania sprawności motorycznej. Poziom maksymalnej mocy mięśniowej jest fundamentem efektywności wielu elementów technicznych: wyskoki do zagrywki, ataku i bloku; uderzenie w piłkę oraz gwałtowane przyspieszenia i zmiany kierunku podczas przemieszczania się po boisku. Analiza biomechaniczna ruchu wskazuje, iż w takich ruchach mięśnie angażowane są w gwałtownym cyklu rozciągnięcie-skurcz – cyklu plyometrycznym. Zaleca się, aby ukierunkowane kształtowanie zdolności motorycznych – w tym mocy mięśniowej – rozpocząć już przed okresem pokwitania, co później podniesie pułap sprawności dorosłego sportowca. Uzasadnione jest więc, aby w tej fazie ontogenezy zaplanować odpowiedni, dostosowany do wieku trening mocy mięśniowej.

Celem pracy była ocena skuteczności autorskiego programu treningu plyometrycznego w kształtowaniu mocy mięśniowej kończyn dolnych u młodych siatkarek i siatkarzy.

Projekt przeprowadzono w dwóch etapach: dla chłopców w sezonie 2022/23, dla dziewcząt w sezonie 2023/24. Przeanalizowano wyniki pomiarów 16 dziewcząt w wieku 12-13 lat oraz 12 chłopców w wieku 14-15 lat. występujących Staż treningowy w obu grupach wynosił 2-3 lata.

Program szkoleniowy pierwszego, 8-tygodniowego cyklu standardowego obejmował 3 (chłopcy) lub 4 (dziewczęta) typowe, siatkarskie jednostki treningowe oraz dwie jednostki zajęć wychowania fizycznego o charakterze wszechstronnym. Bezpośrednio po cyklu standardowym zastosowano 8-tygodniowy cykl eksperymentalny o identycznej strukturze częstotliwości i głównych treści treningowych jak w cyklu pierwszym. W cyklu eksperymentalnym jednak, dwukrotnie w tygodniu - w ramach treningowych jednostek siatkarskich - uczestnicy wykonywali zaplanowane ćwiczenia plyometryczne. Objętość tych ćwiczeń była następująca: 140-160 podskoków i wyskoków jednonóż oraz obunóż w krótkich seriach (od 6 do 16 powtórzeń). Serie ćwiczeń plyometrycznych włączono do typowego toku zajęć – w końcowej części rozgrzewki oraz na początku części głównej – wykonywano je naprzemiennie z zadaniami doskonalącymi umiejętności techniczno–taktyczne. Jednocześnie intensywność zadań specjalistycznych – wykonywanych równolegle do ćwiczeń

plyometrycznych – obniżono, tak aby całkowite obciążenia wysiłkowe zachować na poziomie jak w standardowym cyklu treningowym.

Pomiary somatyczne i testy sprawnościowe wykonano w terminach umożliwiających ocenę postępów w każdym 8-tygodniowym cyklu treningowym. W celu oceny skuteczności treningu plyometrycznego porównano wielkość zmian wskaźników somatycznych i sprawnościowych, które wystąpiły w obu cyklach.

Zakres badań obejmował następujące pomiary i testy:

1. Pomiar podstawowych parametrów somatycznych.
2. Populacyjne testy sprawności motorycznej z baterii Eurofit: częstotliwość ruchów ramienia, interwałowy bieg sprinterski 10x 5 m, maksymalna liczba skłonów z siadu w czasie 30 s.
3. Selekcyjne testy sprawności dla młodych sportowców: tapping piłką lekarską o masie 2 kg rzut z za głowy z pozycji klęku obunóż, piłką lekarską o masie 1 kg.
4. Testy wyskoku pionowego:

- wyskok pionowy z miejsca, z fazą zamachową ramion (CMJ) oraz wyskok pionowy po dwukrokowym rozbiegu ("do ataku"); wysokość wyskoku w obu testach oceniano dwoma metodami: 1) czasem fazy lotu 2) pionowym odcinkiem reprezentującym wysokość wyskoku na stopklatce filmowej; pomiary wykonano stosując zapis filmowy za pomocą kamery o wysokiej rozdzielczości obrazu i częstotliwości zapisu klatek filmowych;
- test serii podskoków; podskoki wykonywano na połączonej z komputerem platformie tensometrycznej FitroJump

Do opracowania danych liczbowych zastosowano następujące metody statystyki matematycznej:

- podstawowe miary opisujące zmienność w zbiorach pomiarów, które posiadają typ ilościowy i normalny rozkład zmienności: średnią arytmetyczną, odchylenie standardowe, 95% przedział ufności średniej arytmetycznej, wyniki najmniejszy (min) i największy (max) oraz współczynnik zmienności;
- współczynnik korelacji liniowej Pearsona do oceny zależności pomiędzy wybranymi zmiennymi;
- test dwumianowy oraz test chi-kwadrat (χ^2) - do oceny różnic częstości występowania danych w poszczególnych kategoriach;
- wieloczynnikową analizę wariancji MANOVA dla badań powtarzanych, weryfikującą istotność różnic średnich arytmetycznych, uzupełnioną o analizę prawdopodobieństwa testami post-hoc;

− unormowane wskaźniki różnic średnich arytmetycznych, odnoszone do 95% przedziału ufności.

Na podstawie analizy wyników, sformułowano następujące spostrzeżenia i wnioski:

1. W obu grupach, korzystne zmiany wskaźników mocy mięśniowej kończyn dolnych były większe i bardziej systematyczne po cyklu eksperymentalnym niż po cyklu standardowym.
2. Przyrost mocy mięśniowej kończyn dolnych po cyklu eksperymentalnym był znacznie większy niż naturalny rozwój cech somatycznych oraz przyrost poziomu zdolności motorycznych, kształtowanych metodą standardową.
3. Postępy w testach skoczności odnotowane w toku eksperymentu były kilkukrotnie większe niż zmiany oczekiwane na podstawie norm populacyjnych i sportowych.
4. W toku 16-tygodniowego treningu, istotne zwiększenie poziomu mocy mięśniowej kończyn dolnych nie wpłynęło na efektywność rozbiegu do ataku.
5. Uzyskane wyniki wskazują, że usystematyzowany trening plyometryczny powinien uzupełniać proces szkolenia młodych siatkarek i siatkarzy.

Słowa kluczowe: piłka siatkowa, plyometria, moc mięśniowa kończyn dolnych, młodzież, wyskok, trening sportowy

SUMMARY

Effects of Lower-Limb Muscular Power Development in Young Male and Female Volleyball Players During Experimental Plyometric Jump Training

Introduction

In the sports training of children and adolescents, considerable importance is attached to the methodology of teaching sport-specific skills and to the development of motor fitness. The level of maximal muscular power constitutes a fundamental determinant of the effectiveness of many technical elements, including the jump serve, attack and block jumps, ball striking, as well as rapid accelerations and changes of direction while moving around the court. Biomechanical analysis of these movements indicates that the muscles involved are activated through a rapid stretch–shortening cycle (SSC), commonly referred to as the plyometric cycle. It is recommended that the targeted development of motor abilities, including muscular power, be initiated before puberty, as this may subsequently increase the performance potential of the adult athlete. It is therefore justified to implement an age-appropriate muscular power training programme during this stage of ontogenetic development.

The aim of the study was to evaluate the effectiveness of an original plyometric training programme in developing lower-limb muscular power in young female and male volleyball players.

Materials and methods

The study was conducted in two stages: the boys were examined during the 2022/23 season, whereas the girls were examined during the 2023/24 season. The analysis included measurements obtained from 16 girls aged 12–13 years and 12 boys aged 14–15 years. The training experience of participants in both groups was 2–3 years.

The training programme during the first, 8-week standard training cycle consisted of three (boys) or four (girls) typical volleyball training sessions per week and two general physical education sessions. Immediately following the standard cycle, an 8-week experimental cycle was implemented, with an identical training frequency and similar principal training content. During the experimental cycle, however, participants performed planned plyometric exercises twice per week as part of their volleyball training sessions. The volume of these exercises comprised 140–160 single- and double-leg jumps and hops performed in short sets of 6–16 repetitions.

The plyometric exercise sets were incorporated into the regular structure of the training sessions, being performed during the final part of the warm-up and at the beginning of the main

training component. They were alternated with exercises aimed at developing technical and tactical skills. At the same time, the intensity of the sport-specific exercises performed alongside the plyometric exercises was reduced so that the total training load was maintained at a level comparable to that of the standard training cycle.

Anthropometric measurements and physical fitness tests were conducted at time points that enabled the assessment of changes occurring during each 8-week training cycle. To evaluate the effectiveness of the plyometric training programme, the magnitude of changes in somatic and physical fitness variables occurring during the two training cycles was compared.

The study protocol included the following measurements and tests:

1. Measurement of basic somatic characteristics.
2. Population-based motor fitness tests from the Eurofit battery: upper-limb movement frequency; 10 × 5 m shuttle sprint; maximum number of sit-ups performed in 30 s.
3. Selection tests of physical fitness for young athletes: medicine-ball tapping; 2-kg medicine-ball overhead throw performed from a double-kneeling position; 1-kg medicine-ball throw.
4. Vertical jump tests:

− countermovement jump (CMJ) performed from a standing position with an arm swing, and a vertical jump following a two-step approach (attack jump). Jump height in both tests was assessed using two methods: (1) flight time and (2) the vertical distance representing jump height measured from a video still frame. Measurements were performed using high-resolution video recording with a camera capable of recording at a high frame rate;
− repeated-jump test: repeated jumps were performed on a computer-connected tensometric force platform (FitroJump).

The following methods of mathematical statistics were used to analyse the numerical data:

− basic descriptive statistics for quantitative variables with an approximately normal distribution, including the arithmetic mean, standard deviation, 95% confidence interval (CI) for the arithmetic mean, minimum (min) and maximum (max) values, and coefficient of variation;
− Pearson's linear correlation coefficient to assess relationships between selected variables;
− the binomial test and chi-square test (χ^2) to assess differences in the frequency of observations across individual categories;
− multivariate analysis of variance (MANOVA) for repeated measures to assess the statistical significance of differences between arithmetic means, supplemented by post hoc analyses of statistical significance;

− standardized indices of differences between arithmetic means, referenced to the 95% confidence interval.

Conclusions

1. In both groups, favourable changes in lower-limb muscular power were greater and more systematic following the experimental cycle than following the standard cycle.
2. The increase in lower-limb muscular power following the experimental cycle was substantially greater than the natural development of somatic characteristics and the improvement in motor abilities achieved through standard training methods.
3. Improvements in the jumping tests observed during the experiment were several times greater than the changes expected on the basis of population-based and sport-specific normative values.
4. During the 16-week training period, the significant increase in lower-limb muscular power did not result in improved effectiveness of the approach run for the attack jump.
5. The results indicate that systematic plyometric training should complement the training process of young female and male volleyball players.

Key words: volleyball, plyometrics, lower-limb muscle power, youth, jump, sports training