

Wiesław Chwała* Józef Baściuk**

***dr, Zakład Biomechaniki z Pracownią Biokinetyki AWF w Krakowie,
Trener I kl. Łucznictwa

Asymetria aktywności bioelektrycznej mięśni pleców podczas oddawania strzałów w aspekcie zachowania układu „sztywnej konstrukcji” ciała u reprezentantów kadry narodowej w łucznictwie

Wstęp

Zachowanie układu „sztywnej konstrukcji” ciała podczas oddawania strzału jest jednym z podstawowych warunków jego celności Carella (1996). Do spełnienia tego warunku należy odpowiednio selektywne angażowanie aktonów mięśniowych. Szczególną rolę u wysokiej klasy zawodników odgrywa symetryczna praca mięśni pleców Axford (1996). Pozwala ona zabezpieczyć ramię łuczne przed wytrąceniem w czasie fazy zwolnienia cięciwy. Ze względu jednak na wysokie wartości siły naciągu cięciwy stosowane we współczesnym łucznictwie, zawodnicy muszą posiadać bardzo dobre przygotowanie siłowe i techniczne, aby sprostać tym wymaganiom (Trzaskoma, 1975).

W łucznictwie wyczynowym stosowano różne metody pomiarowe, służące poszukiwaniu optymalnych biomechanicznie warunków do oddawania celnych i powtarzalnych strzałów Vinogradskij i wsp. (2002).

W celu kompleksowej analizy problemu, potrzeba jednak zastosowania równoczesnego monitoringu zachowania „sztywnej konstrukcji ciała” i aktywności bioelektrycznej mięśni pleców w momencie zwolnienia cięciwy. Jest to dobry sposób kontroli stanu przygotowania organizmu zawodnika do podejmowania obciążeń treningowych. Pozwala on na zminimalizowanie ryzyka odniesienia kontuzji i zapewnienie dokładnego i powtarzalnego strzelania.

Material i metoda badań

W badaniach trójwymiarowej analizy ruchu z zastosowaniem systemu Vicon oraz aktywności bioelektrycznej mięśni pleców wzięło udział 8 łuczniczek i 7 łuczników kadry narodowej, posiadających klasę mistrzowską.

Badania miały na celu ocenę wpływu poziomu asymetrii mięśni pleców na technikę oddawania strzału w kontekście zachowania „sztywnej konstrukcji” ciała (Carella 1996).

Dokonano oceny przestrzennych trajektorii ruchu wybranych punktów ręki cięciwnej i łucznej oraz obręczy barkowej, obejmujących „sztywną konstrukcję ciała”, pod kątem ich optymalnego mechanicznego ustawienia podczas oddawania strzału. (Chwała i wsp. 2004). W tym celu wykorzystano system trójwymiarowej analizy ruchu Vicon, bazujący na wykorzystaniu biernych markerów naklejanych na ciele zawodnika w ściśle określonych punktach antropometrycznych.

Równocześnie za pomocą elektrod powierzchniowych zarejestrowano biopotencjały czynnościowe mięśni pleców po obu stronach kręgosłupa pomiędzy

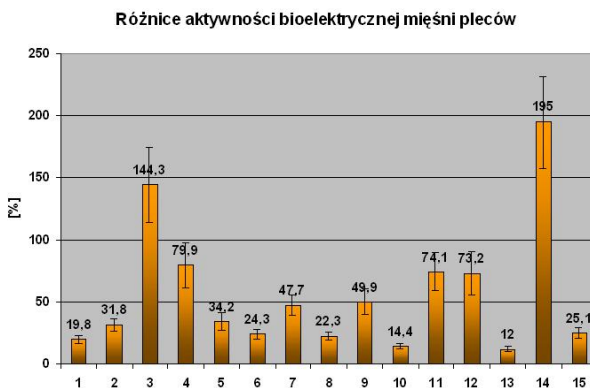
łopatkami (m. równoległoboczny większy i środkowy akton mięśnia czworobocznego). Pomiaru dokonano bezpośrednio przed zwolnieniem cięciwy. Na ich podstawie obliczono względne różnice napięcia bioelektrycznego mięśni pleców.

Dodatkowo przeprowadzono pomiar możliwości siłowych zawodniczek i zawodników na stanowisku pomiarowym umożliwiającym przyjęcie pozycji oddawania strzału. Na tym samym stanowisku pomiarowym określono aktualną siłę naciągu cięciwy, utożsamianą z pojęciem „twardości łuku”. Na ich podstawie określono względny wskaźnik poziomu obciążenia układu ruchu, charakteryzujący udział siły naciągu cięciwy w stosunku do maksymalnych możliwości siłowych zawodnika, rejestrowanych na dynamometrze tensometrycznym.

U każdego z badanych zarejestrowano cztery serie po pięć kolejnych strzałów na dystansie 25 m, notując uzyskane rezultaty - zachowując równocześnie naturalny dla każdego zawodnika rytm strzelania.

Wyniki

Średnie różnice biopotencjałów czynnościowych badanych mięśni pleców oraz rozproszenie wyników indywidualnych przedstawiono na rycinie 1.

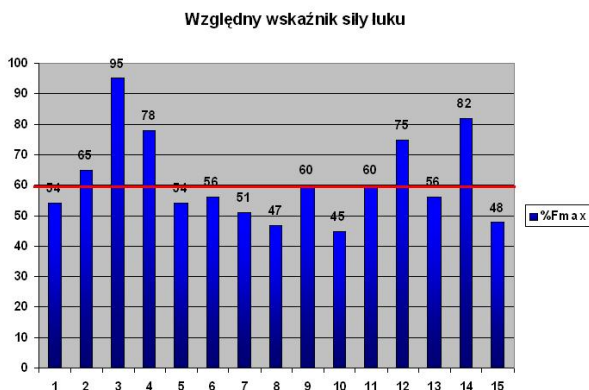


Ryc. 1. Różnice biopotencjałów czynnościowych mięśni pleców (m. równoległoboczny i akton środkowy m. czworoboczny) po stronie ręki łucznej i cięciwnej

Prezentowane średnie wyniki dla poszczególnych zawodników wyraźnie różnią się między sobą. W badanej grupie dwie osoby wyraźnie przekroczyły poziom 100% asymetrii. Sześciu badanych uzyskało dobrą symetrię pracy mięśni pleców, a wskaźnik różnic nie przekroczył 30%. Wyniki pozostałych osób lokowały się na poziomie pomiędzy 30%, a 80%. U osób o dużej asymetrii pracy mięśni, odnotowano również wyższą wartość odchylenia standardowego w stosunku do średniej ze wszystkich analizowanych serii strzałów, co oznacza, że schemat napinania mięśni był wyraźnie rozchwiany i mało powtarzalny.

Rycina 2 przedstawia wyniki względnego wskaźnika poziomu obciążenia układu ruchu. Określa on poziom siły potrzebnej do naciągnięcia cięciwy w stosunku do aktualnych możliwości siłowych zawodników. Linia pozioma (60% siły

maksymalnej) stanowi granicę efektywnego wykorzystania możliwości siłowych badanych osób.



Ryc. 2. Względny wskaźnik obciążenia układu ruchu

Z przedstawionego wykresu wynika, że osoby legitymujące się wysokim poziomem asymetrii napięcia mięśni pleców posiadają wysoki poziom „twardości łuku”, dochodzący nawet do 95% maksymalnych możliwości siłowych ryc. 1. i ryc. 2. Zdecydowana większość badanych (10 zawodników) uzyskała rezultaty poniżej granicy 60% aktualnych możliwości siłowych, co stwarza dobre warunki do odpowiedniego wykorzystania potencjału siłowego w każdym oddawanym strzale.

U pięciu zawodników wskaźnik obciążenia układu ruchu przekraczał wyraźnie poziom 60% maksymalnych możliwości siłowych, co jest wyraźną przesłanką, świadczącą o użyciu zbyt „twardego łuku”.

Badane parametry poddano następnie statystycznej analizie siły związku z wykorzystaniem współczynnika korelacji liniowej Pearsona.

Tab. 1. Siła związku pomiędzy analizowanymi parametrami biomechanicznymi

p<0,05	Różn aktywn. bioel. %	%Fmax
% Fmax	0,84	
Wynik	-0,89	-0,82

Różn. aktywn. bioel. % - względne różnice aktywności bioelektrycznej mięśni pleców po stronie ręki łucznej i cięciwej,

%Fmax – względny wskaźnik, określający proporcję „twardości łuku” w stosunku do aktualnych możliwości siłowych zawodników,

Wynik – wynik uzyskany na dystansie 25 metrów

Wszystkie pary zmiennych charakteryzowały się wysokim poziomem siły związku, przekraczającym bezwzględną wartość $r=0,8$. W dwóch przypadkach wskaźnik był ujemny. Oznacza to, że im wyższy był poziom asymetrii napinania mięśni pleców, tym zawodnicy uzyskiwali słabszy wynik na tarczy. Podobna

zależność występowała pomiędzy poziomem wykorzystania maksymalnych możliwości siłowych w każdym strzale, a uzyskiwanym wynikiem strzału.

Dyskusja

Badacze zagadnień związanych ze sportem łuczniczym, często podkreślają istotną rolę, jaką spełniają mięśnie pleców w równoważeniu siły naciągu cięciwy Carella (1996). Coraz liczniej pojawiają się na rynku czytelniczym ciekawe pozycje dotyczące łucznictwa. Są to jednak zazwyczaj pozycje książkowe Ruis (2003), Engh (2004), Linsin (2004), Haywood (2005), a nie artykuły spełniające kryteria naukowe. Dlatego istnieje wyraźna potrzeba podejmowania tego ważkiego problemu na poziomie badań naukowych, aby wnioskowanie posiadało eksperymentalne podstawy.

Zawodnik charakteryzujący się wysokim poziomem techniki w znacznym stopniu wykorzystuje te zespoły mięśniowe, zapewniające mu poprawną reakcję układu ruchu na rozerwanie siły łuku w fazie zwolnienia cięciwy. W tym krótkim czasie trwającym w zależności od klasy zawodnika od 0,5s do 0,05s (Carella 1996) decyduje się celność strzału. Najczęściej wtedy następuje wytrącenie strzału, pod wpływem wypadkowej siły mogącej zmienić trajektorię strzały znajdującej się jeszcze w obrębie jej oddziaływania. Dlatego kluczową sprawą wydaje się tu zachowanie stabilnej pozycji podczas zwolnienia cięciwy. Nazywana jest ona w łucznictwie „sztywną konstrukcją ciała”(Carella 1996). Obejmuje ona ważne punkty układu ruchu, które muszą pozostać w obrębie płaszczyzny trzech zasadniczych trójkątów, tworzących „sztywną konstrukcję” Chwała i wsp.(2004)

Zatem oba te elementy: zachowanie stabilnej pozycji oraz symetryczna praca mięśni pleców posiada kluczowe znaczenie w aspekcie celności strzału.

Wskazują na to wyraźnie uzyskane wyniki badań. Zawodnicy i zawodniczki charakteryzujący się niewielkim poziomem asymetrii napięcia mięśni pleców byli w stanie skutecznie przeciwdziałać wytrąceniom punktów układu ruchu ze „sztywnej konstrukcji” i uzyskiwali wysokie rezultaty na tarczy. Współczynnik korelacji liniowej Pearsona pomiędzy tymi zmiennymi wynosił $r=-0,89$, co wskazuje, że zawodnicy o małej asymetrii pracy mięśni pleców uzyskiwali wysoką punktację podczas strzelania.

Wyniki przeprowadzonych badań wskazują na wysoką zależność pomiędzy poziomem asymetrii biopotencjałów czynnościowych mięśni pleców, a uzyskiwanymi wynikami w strzelaniu. Przy wyższych poziomach asymetrii (powyżej 40%) zidentyfikowano niewielkie przemieszczenia przestrzenne punktów kostnych w momencie oddawania strzału, prowadzące do wyjścia poza obszar determinujący płaszczyznę „sztywnej konstrukcji”. Najczęściej miało to miejsce przy wysokim poziomie względnego współczynnika obciążenia układu ruchu, wskazującego na zbyt wysoki poziom siły naciągu cięciwy w stosunku do możliwości siłowych badanego. Miało to bezpośredni wpływ na celność oddawanych strzałów i uzyskiwany wynik na tarczy.

Wnioski

Zawodnicy wykazujący wysoki poziom asymetrii pracy mięśni pleców mieli problemy w utrzymaniu płaszczyzny „sztywnej konstrukcji” ciała.

Powodem zbyt wysokiego poziomu asymetrii pracy mięśni pleców jest nieodpowiednio dobrana siła naciągu cięciwy w stosunku do możliwości siłowych zawodników.

Najcelniejsze strzały oddawano przy niewielkich poziomach asymetrii mięśni pleców i równoczesnym zachowaniu optymalnego układu biomechanicznego ciała.

Piśmiennictwo

1. Allard P., Stokes I.A.F., Blanchi J.P. [1995]: Three – dimensional Analysis of Human Movement, *Human Kinetics*, New York.
2. Axford R. [1996]: Archery Anatomy: An Introduction to Techniques for Improved Performance. *Souvenir Press*.
3. Carella R,F. [1996]: Równowaga dynamiczna, techniczna strona formy łuczniczki oraz specyfika treningu na formasterze w: *Biuletyn szkoleniowy PZŁ- ucz nr 4*, Warszawa.
4. Chwała W., Baściuk J., Lach J. [2004]: Trójwymiarowa ocena techniki oddawania strzału i aktywności bioelektrycznej mięśni u zawodniczek kadry narodowej W: *Proces doskonalenia treningu i walki sportowej*, t1, 114-119, AWF Warszawa.
5. Engh D. [2004]: Archery Fundamentals (Sports Fundamentals Series). *Human Kinetics Publishers*.
6. Hamm J.[2000]The Traditional Bowyer's Bible, *Lyons Press*, Volume 1.
7. Haywood K.M.[2005]: Archery: Steps to Success. *Human Kinetics Publishers*.
8. Linsin M. [2004]: Archery Strong. *JME Publishing*.
9. Nagórny A. [2003]: Trójwymiarowa analiza techniki strzelania z łuku u zawodniczki o wysokim poziomie mistrzostwa sportowego. *Praca magisterska*. AWF Kraków.
10. Ruis S. [2003]: Precision Archery. *Human Kinetics Publishers*.
11. Trzaskoma Z. [1975]: Ocena skuteczności techniki i treningu siłowego w łucznictwie. *Praca doktorska*. AWF Warszawa.
12. Vinogradskij B., Mihajliszin W., Romaniszin I. [2002]: Akcelerometryczeskaja sistema kontrolia kaczestwa łuka, Lwów, 38-44.