

Jakub SŁONIEWSKI, Sylwia ŁAGAN, Zakład Mechaniki Doświadczalnej i Biomechaniki, Politechnika Krakowska, Kraków

ASYMETRYCZNE WADY POSTAWY W OBRĘBIE OBRĘCZY BARKOWEJ I W KOŃCZYNACH GÓRNYCH U ZAWODNIKÓW TRENUJĄCYCH ŁUCZNICTWO ORAZ SPOSOBY ICH MINIMALIZACJI

Streszczenie. Zachowanie zrównoważonego rozwoju sylwetki u łucznika jest podstawowym elementem celności oddawanych strzałów. aby to osiągnąć konieczne jest przemyślane pod względem biomechaniki prowadzenia strzelca w cyklu treningowym. symetryczna sylwetka eliminuje zakłócenia podczas fazy zwolnienia cięciwy, przez co zmniejsza prawdopodobieństwo wystąpienia strzałów niecelnych. ponadto równomierny układ obciążenia ciała pozwala uniknąć zdrowotnych problemów związanych z nadwyrężaniem powierzchni stawowych, ścięgien oraz układu mięśniowego. w celu zbadania wad postawy podczas strzału u łuczników zastosowano metodę poglądową podczas treningu jednego z klubów łuczniczych. analiza została przeprowadzona w sposób modelowy w oparciu o teoretyczne rozkłady sił i naprężeń w obrębie obręczy górnej oraz kończyn górnych.

1. WSTĘP

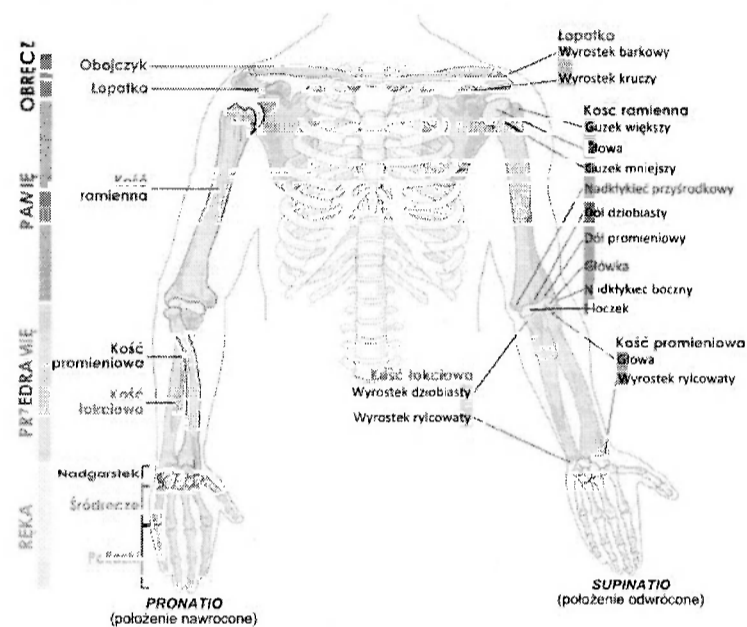
W sporcie wyczynowym zawodnicy spotykają się z cyklicznymi oraz intensywnymi obciążeniami organizmu. W zależności od uprawianej dyscypliny, treningi w mniejszym lub większym stopniu wpływają na rozwój poszczególnych części ciała. Faktem jest, iż człowiek posiada wrodzoną preferencję do posługiwania się kończynami jednej ze stron ciała, a co za tym idzie wykształca w niej bardziej precyzyjne ruchy. Kończyny lub inne organy ciała (np. oko), których używanie jest przez nas uprzywilejowane, nazywamy organami dominującymi. Zdarza się, iż dana osoba posiada zdolność posługiwania się obustronnego danym organem, lecz są one w znacznej mniejszości ogółu ludzi, lub dla różnych organów różne strony są dominujące. Początki problemów asymetrii oparte są na skłonności do wykorzystywania dominującej strony ciała. Sportami szczególnie narażonymi na problem asymetrii będą takie, w których istotne znaczenie ma, której ręki lub nogi używamy. Są to w szczególności sporty związane z używaniem sprzętu sportowego, który wymaga w specyficzny, niesymetryczny sposób zaangażowania ruchowego od naszego ciała. Sporty takie to np.: sporty z użyciem rakiet i pałek (tenis ziemny, tenis stołowy, badminton); sporty z użyciem sprzętu zaawansowanego (łucznictwo, skok o tyczce, rzut dyskiem, rzut oszczepem, pchniecie kulą, strzelectwo).

W łucznictwie podstawowym problemem asymetrii rozwoju jest asymetria mięśniowa wywołana niesymetrycznym sposobem obciążania kończyn podczas całego cyklu strzału, prowadzącym do nienaturalnego obciążenia stawów. Podstawowym warunkiem oddania dobrego i celnego strzału jest niezakłócenie ruchu łuku, aby to uzyskać, ciało zawodnika przyjmuje postawę, która generuje bardzo duże napięcie mięśniowe.

2. BIOMECHANICZNE ASPEKTY POWSTAWANIA ASYMETRII POSTAWY

Na kończynę górną składają się: kość ramienna, kość promieniowa, kość łokciowa oraz kości ręki (rys.1). Kości promieniowa, łokciowa i dalsza nasada kości ramiennej tworzą staw łokciowy, natomiast rękę z kośćmi promieniową i łokciową łączy złożony z wielu drobnych kości staw nadgarstkowy. Z tułowiem kończyny górnej łączą się za pośrednictwem obręczy barkowej. Staw łokciowy tworzą trzy pary powierzchni stawowych: część ramiennie-łokciową tworzy powierzchnia stawowa boczka kości ramiennej i wcięcie boczne kości łokciowej; część ramiennie-promieniowa tworzy powierzchnia stawowa głowy kości ramiennej i dołek stawowy głowy kości promieniowej; oraz część promieniowo-łokciowa utworzona przez wcięcie promieniowe kości łokciowej z obwodem stawowym głowy kości promieniowej.

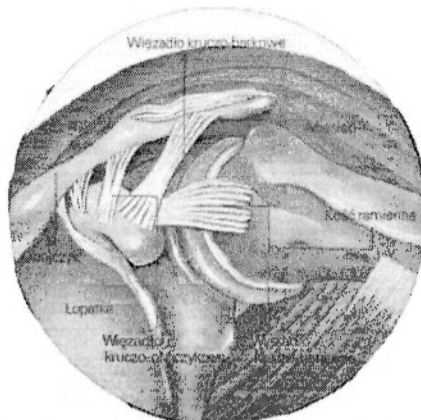
Stawy obręczy barkowej wraz z mięśniami, więzadłami i kaletkami tworzą jednostkę ruchową o największym zakresie ruchów spośród wszystkich stawów ciała. Ośią tego ruchu jest punkt znajdujący się około 2,5 [cm] poniżej wyrostka barkowego w osi ramienia.



Rys.1. Kości kończyn górnych [2]

Gdyby ustabilizować staw barkowo-obojęzykowy, staw mostkowo-obojęzykowy oraz połączenie żebrów-łopatkowe to ruch czynny w samym stawie ramiennym mógłby wynosić tylko 30[°] odwodzenia, gdzie głównym motorem odwodzenia staje się m. nadgrzebieniowy będący głównym mięśniem pierścienia rotatorów. Bierze on największy udział w odwodzeniu ramienia do 60 – 80[°]. Współuczestniczy w tym ruchu m. naramienny, a w rotacji zewnętrznej ramienia również głowa długa m. dwugłowego ramienia. Natomiast powyżej 30[°] odwodzenia zaczyna brać udział łopátka i stawy obojęzyka, tak, że na każde 2[°] odwodzenia ramienia przypada 1[°] rotacji łopátki. Ponieważ elementy kostne stawu nie mogą zapewnić właściwego ułożenia głowy w panewce podczas ruchu, decydujące znaczenie mają elementy mięśniowe. W ruchach łopátki współuczestniczy 15 mięśni działających synergistycznie lub antagonistycznie decyduje o właściwym centrowaniu głowy kości ramiennej w panewce podczas ruchów kończyny górnej. Ten punkt centrowania głowy obejmuje obszar ok. 1-2 [mm²], natomiast w skrajnych wychyleniach, u tenisistów dochodzi do przemieszczenia głowy w panewce o 5-10 [mm] w kierunku przód-tył oraz ok. 4-5 [mm]

w kierunku góra-dół. Dodatkowym elementem ograniczającym nadmierną ruchomość w stawie ramiennym są więzadła tworzące od góry sklepienie stawu: więzadło kruczo-barkowe i kruczo-ramienne (rys. 2) wraz z wyrostkiem barkowym łopatki oraz od przodu i dołu więzadło panewkowo-ramienne przednie, tylne i dolne. Więzadło panewkowo-ramienne przednie wraz z przyczepem do obrąbka stawowego stanowi pierwszą linię uszkodzenia w niestabilności przednio-górnej barku i należy do najczęstszych uszkodzeń wewnątrzstawowych.



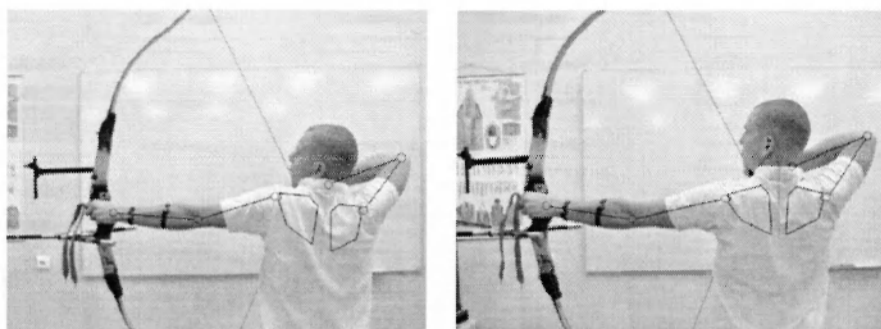
Rys.2. Więzadła stawu ramiennego [3]

3. STANY PATOLOGICZNO-ZWYRODNIENIOWE ZWIĄZANE Z ASYMETRYCZNYM OBCIĄŻENIEM

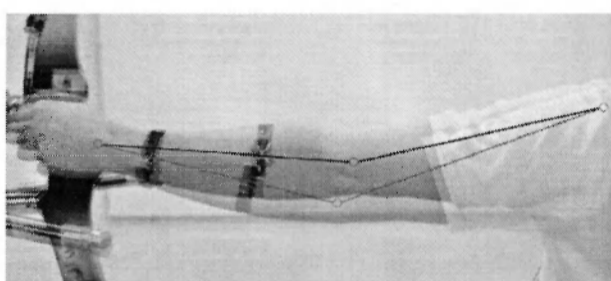
Podstawowym miejscem obciążeń jest dla kończyny górnej - obręcz barkowa, w niej znajduje się oś obrotu kończyny o przeciętnym ciężarze 3,5 [kg] i długości ok. 60 [cm]. Krótkie mięśnie obręczy barkowej decydujące o stabilności barku codziennie wykonują pracę koncentryczną (mięsień skraca się, a jego przyczepy zbliżają się do siebie) jak i ekscentryczną (mięsień wydłuża się, a przyczepy jego oddalają się od siebie). Powoduje to asymetrię rozwoju barku u wyczynowego łucznika jako efekt adaptacji do zwiększonych obciążeń. Rezultat ten jest możliwy do odnotowania w sposób jawny, uwidaczniając się w postawie zawodnika. Natomiast utajone są efekty istniejącej asymetrii pracy mięśni samej obręczy barkowej, co w następstwie doprowadza do przewlekłej niestabilności, uszkodzenia struktur wewnątrzstawowych i przewlekłych zespołów bólowych barku z upośledzeniem wydolności stawu barkowego [1].

Kolejnym stawem najczęściej narażonym na uszkodzenia, z uwagi na złożoną anatomie i funkcję jest staw łokciowy. Przeciążenia zawodowe (krawiectwo) oraz sportowe (łucznictwo, tenis) powodują sumowanie się mikrourazów mogących doprowadzić do zespołu bólowego zwanego potocznie łokciem tenisisty. To określenie jest synonimem wielu schorzeń, w których głównymi objawami jest silna tkliwość oraz ból przedziału bocznego nasilający się przy ruchach zgięcia grzbietowego nadgarstka i palców. Występuje także osłabienie siły prostowników ręki i nadgarstka. Wielokrotne powtarzanie ruchów prostowania i rotacji powodują zwiększone obciążenie mięśni i ich przyczepów. W następstwie dojść może do uszkodzeń, zmian zapalnych i zwyrodnieniowych występujących głównie w miejscu połączenia mięśni i ścięgien lub w okolicy ich przyczepu kostnego [1].

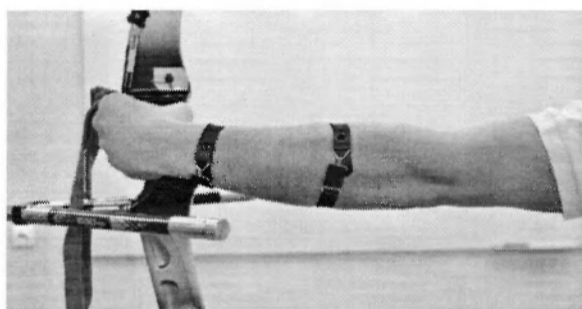
4. OBSERWACJE WŁASNE



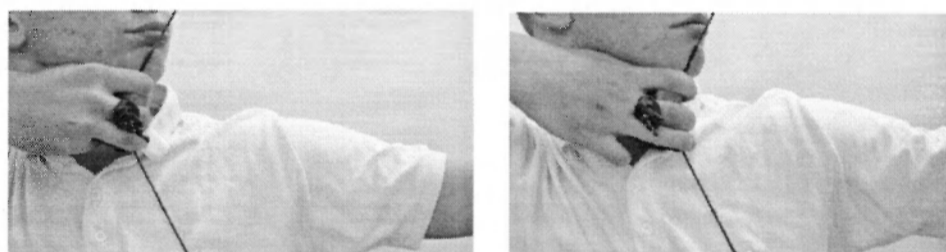
Rys.3. Uniesienie barku



Rys.4. Przeprost w stawie łokciowym



Rys.5. Nieprawidłowe ułożenie nadgarstka

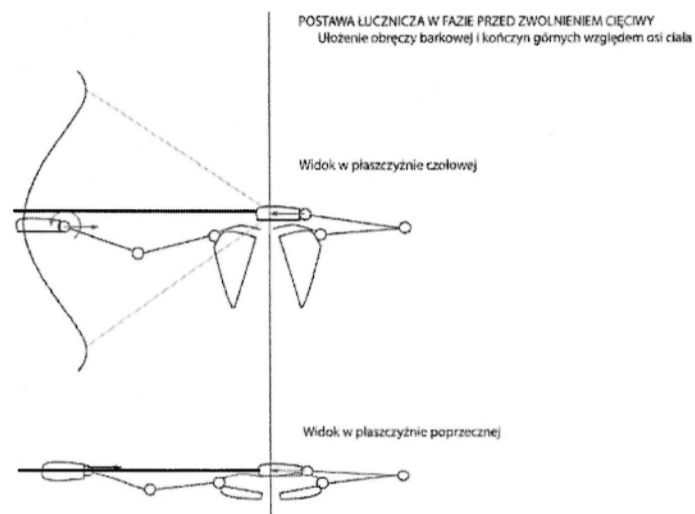


Rys.6. Napięcie mięśni śródrecza

Uniesienie barku (rys.3) charakteryzuje zmiana kąta położenia łopatki względem kręgosłupa powodując wzrost udziału sił tnących w stawie barkowym obciążając wyrostek kruczy łopatki oraz więzadła stawu barkowego, które odpowiedzialne są za utrzymanie głowy kości ramiennej w osi obrotu stawu. Efektem tego jest duża asymetria w ułożeniu łopatek względem osi pionowej ciała, a co za tym idzie zmniejszenia celności oddawanych strzałów

w fazie zwolnienia cięciwy, poprzez zmianę pochyłu łuku. Przeprost w stawie łokciowym (rys.4), czyli nadmierne wyprostowanie łokcia zwiększa udział sił osiowych powodując zwiększony nacisk na elementy chrzęstne stawu. Może do prowadzić do przewlekłych stanów zapalnych lub w efekcie zwyrodnień. Nieprawidłowe ułożenie nadgarstka (rys.5) rozumiane jako przywiedzenie nadgarstka powoduje powstanie momentu zginającego znacznie wyczerpując zakres graniczny ruchomości nadgarstka. Takie ułożenie może być powodem stanów patologicznych oraz w znaczny sposób zmniejsza celności strzałów linii poziomej. Napięcie mięśni śródreżca (rys.6) podczas napinania cięciwy powoduje w fazie uwolnienia cięciwy jej drgania o kierunku prostopadłym do płaszczyzny wyznaczonej przez ramiona łuku i cięciwę, zmieniając tym samym trajektorię lotu strzały. Podstawą poprawnego chwytu cięciwy jest rozluźnienie mięśni śródreżca i utrzymanie cięciwy siłą mięśni palców. Przy zwolnieniu cięciwy palce rozluźniają się i pozwalają na jej ruch.

Na rysunku 7 przedstawiono rozkład sił mięśniowych wynikających ze stanu równowagi układu podczas napinania cięciwy łuku. W oparciu o poniższy schemat w kolejnych pracach zostanie przeprowadzona analiza ilościowa i jakościowa udziału sił mięśniowych w stawach obręczy barkowej i kończynach górnych.



Rys.7. Rozkład sił mięśniowych

5. WNIOSKI

Przegląd doniesień literaturowych [1,2,3] oraz obserwacje własne pozwalają wnioskować, iż część asymetrii związana jest z naprężeniami wywołanymi charakterystyką ruchu i możemy jedynie w małym stopniu wpływać na ich ograniczenie w trakcie treningu. Natomiast druga część asymetrii ściśle zależy od metod treningowych. W procesie treningowym istotne jest uświadomienie złożoności mechanizmu ruchowego obręczy barkowej, co pozwala na właściwy dobór programów ogólnorozwojowych, siłowych i sprawnościowych tak aby zachować równowagę mięśniową, zapobiegając urazom. W celu uniknięcia urazów tego typu, metody treningowe przewidują przede wszystkim bieżącą kontrolę ustawienia układu przez trenera, oraz ćwiczenia równoważące przy użyciu łuku jak i innych elementów pomocniczych, oraz ćwiczenia techniczne mające na celu wyuczenie dobrych odruchów. Metody rehabilitacyjne przybierają różne formy, od prostych ćwiczeń fizycznych, do złożonych zabiegów chirurgicznych.

Celem procesu rehabilitacji barku jest wyeliminowanie zmian anatomicznych w układzie mięśniowym obręczy barkowej oraz zlikwidowanie usztywnień, ograniczeń ruchów i osłabienia mięśni. W rezultacie odtwarzając równowagę biomechaniczną systemu. Najefektywniejszą formą rehabilitacji dla barku są ćwiczenia w zamkniętych łańcuchach kinetycznych. W ćwiczeniach tych należy pamiętać o przywróceniu normalnej funkcji kręgosłupa, stawów biodrowych i ruchomości łopatki. Uwzględniając sprężystość tylnej grupy rotatorów barku celem uniknięcia nadmiernych obciążeń obrąbka stawowego w części przednio-górnej.

Celem leczenia zmian w obrębie łokcia jest zmniejszenie dolegliwości bólowych, usprawnienie funkcji kończyny, zwiększenie siły mięśni. Należy unikać całkowitego unieruchomienia kończyny, gdyż prowadzi to do zaników mięśni i spowolnienia procesu rehabilitacji. Odciążenie przyczepu jest możliwe za pomocą specjalnych opasek uciskowych, lecz ich nieprawidłowe stosowanie może również zwiększyć dolegliwości. Z nowych metod które są skuteczne, można wymienić: ESWT – terapia falą uderzeniową, iniekcje z płytko pochodnych czynników wzrostowych (Recover System) i mini inwazyjną metodę Topaz z użyciem elektrody generującej energię fali radiowej. Ich działanie polega na stymulacji procesu regeneracji uszkodzonego ścięgna [1].

Podsumowując, należy zaznaczyć konieczność przeprowadzenia dodatkowych analiz pod kątem:

- precyzyjnego określenia stopnia ruchomości stawów podczas napinania i strzału;
- pomiaru zakresów sił i momentów występujących w mięśniach i stawach;
- oceny celności strzału w zależności od wady postawy zawodnika;
- wykonania modelu obliczeniowego i numerycznego w celu analizy wyężenia biomechanicznego układu łuk-hucznik;
- doboru siły naciągu łuku w zależności od indywidualnych cech biomechanicznych zawodnika.

LITERATURA

- [1] www.medycynasportowa.pl
- [2] www.human_arm_bone_diagramPL.svg
- [3] Aleksandrowicz R., Mały atlas anatomiczny, Wyd. PZWL, 2007.

ASYMMETRIC FAULTY POSTURES IN SHOULDER GIRDLE AND UPPER LIMB OF ARCHERS AND METHODS OF THEIR OPTIMIZATION

Summary. Properly balanced archer's posture evolution becomes a basic element of correct shots. It's necessary to make an educated training cycle for that purpose. Symmetric posture eliminates disturbing during release chord phase, what decreases probability of bad shots. Moreover, balanced loads' arrangement of archer's body enables to avoid healthy problems concerning with strain of joint's surfaces and muscular system. Randomized trial had been employed in order to exam faulty posture's during shooting of once of archery sport clubs training. The analysis had been make by modeling method based on theoretic system of forces and stresses of shoulder girdle and upper limb.