

Andrzej Czamara<sup>1</sup>, Rafał Szafraniec<sup>1</sup>, Wiesław Tomaszewski<sup>2</sup><sup>1</sup> Wyższa Szkoła Fizjoterapii, Wrocław<sup>2</sup> Klinika Rehabilitacji, Akademia Medyczna im. L. Rydygiera, Bydgoszcz

## Zależność siły mięśni rotujących ramię od wartości kąta odwiedzenia ramienia

### *The dependence of muscle strength in the shoulder rotators on the shoulder abduction angle*

**Słowa kluczowe:** mięśnie rotatory ramienia, staw ramienny, stabilność stawu**Key words:** shoulder rotator muscles, shoulder joint, joint stability

#### SUMMARY

**Background.** The shoulder joint has a very complex structure. Normal shoulder function is dependent on joint stability and proper neuromuscular control. Given its anatomical structure and range of movement, this joint is highly susceptible to numerous disorders and injuries. Normal stability of the shoulder guarantees physiological function, and is also the most important element of injury prevention. Disturbances of the strength and reciprocal proportions of the inner and outer rotator muscles, as well as the shoulder abductors, can be a mechanism leading to shoulder instability. The goal of our study was to evaluate the muscle strength of the shoulder rotators in terms of the abduction angle in healthy individuals.

**Material and methods.** We examined 100 healthy volunteers (200 shoulders), 50 men and 50 women. Each subject enrolled in the study performed 32 measurements of muscle strength in the shoulder rotators, for a grand total of 3200 measurements, performed in alternation (outward and inward rotation) at various angles of shoulder abduction.

**Results.** The strength of the muscles responsible for inward and outward rotation in persons without shoulder injury rose along with shoulder abduction, from 0° to 70°. When the shoulder was abducted to 70°, the strength of the inner rotators was the highest, significantly higher than that of the outer rotators. When the shoulder was abducted to 90°, there was relative equilibrium of muscle strength (N) between the inner and outer rotators.

**Conclusions.** 1. Muscle strength in the outer and inner shoulder rotators in healthy individuals was dependent on the abduction angle. 2. The overall strength was higher in the men than in the women, but there were no significant differences in the direction of changes in strength at various angles of abduction. 3. The results obtained here in persons without shoulder injury can serve as norms for evaluating progress in physiotherapy in 20-30-year-old patients with shoulder injuries.

#### STRESZCZENIE

**Wstęp.** Staw ramienny jest stawem o złożonej budowie. Prawidłowa funkcja stawu zależy od jego stabilności oraz właściwej kontroli nerwowo-mięśniowej. Z uwagi na swoją budowę anatomiczną, a także zakres ruchomości, staw ten jest szczególnie podatny na występowanie licznych schorzeń i obrażeń urazowych. Zapewnienie właściwej stabilizacji stawu ramiennego gwarantuje jego funkcję fizjologiczną, jak również stanowi najważniejszy element profilaktyki przeciwurazowej. Jednym z mechanizmów prowadzących do niestabilności barku może być zaburzenie siły i wzajemnej proporcji mięśni rotatorów zewnętrznych i wewnętrznych, a także mięśni odwodźcicieli ramienia. Celem pracy była ocena wartości sił mięśni rotujących ramię zależnie od kąta odwiedzenia ramienia u osób zdrowych.

**Material i metody.** Badaniem objęto 100 zdrowych osób – 50 kobiet i 50 mężczyzn. Każda z badanych osób wykonała 32 pomiary sił mięśni rotatorów ramienia, a łączna liczba pomiarów to 3200, mierzonych na przemian (rotacja zewnętrzna i wewnętrzna), przy różnym kącie odwiedzenia ramienia.

**Wyniki.** Siła mięśni rotujących ramię do wewnątrz i na zewnątrz u osób bez obrażeń barku rośnie wraz z odwiedzeniem ramienia od 0° do 70°. Przy odwiedzeniu ramienia do kąta 70°, siła mięśni rotujących ramię do wewnątrz jest najwyższa i jest istotnie większa od mięśni rotujących ramię na zewnątrz. W odwiedzeniu ramienia do kąta 90° dochodzi do względnej równowagi sił (N) mięśni rotujących ramię do wewnątrz i na zewnątrz.

**Wnioski.** 1. Siła mięśni rotatorów zewnętrznych i wewnętrznych ramienia u ludzi zdrowych zależy od wartości kąta odwiedzenia ramienia. 2. W grupie mężczyzn obserwuje się wyższe wartości sił niż u kobiet, natomiast nie ma różnic w kierunku zmian sił w poszczególnych kątach odwiedzenia ramienia. 3. Wyniki badań przeprowadzonych na osobach bez obrażeń barku mogą służyć jako norma w odniesieniu do oceny postępów fizjoterapii w obrażeniach barku u pacjentów w wieku 20 do 30 lat.

## WSTĘP

Terminem bark (lub obręcz barkowa) określa się kompleks struktur anatomicznych, których funkcja zależy od prawidłowego i skoordynowanego działania czterech stawów (dokładniej 3 stawów i „połączenia łopatkowo-piersiowego”), struktur torebkowo-więzadłowych oraz odpowiednich grup mięśniowych. W piśmiennictwie anglojęzycznym stosowane są określenia shoulder complex, shoulder girdle lub bardziej potoczny termin shoulder. Zasadniczą składową anatomiczną i czynnościową obręczy barkowej stanowi staw ramienny (staw panewkowo-ramienny, ang. glenohumeral joint), który ma największy zakres ruchów ze wszystkich ww. stawów [1,2,3,4].

Staw ramienny jest stawem kulistym, wolnym. Tworzy go płytka panewka łopatki i kulista powierzchnia stawowa głowy kości ramiennej. Struktury kostne stawu cechują się dużą ruchomością i nie zapewniają stabilności stawu ramiennego. Stabilizację głowy kości ramiennej zwiększa obrąbek stawowy i, w mniejszym stopniu, luźna torebka stawowa. Ważne zadania w tej funkcji spełniają więzadła kruczo-barkowe, kruczo-ramienne i panewkowo-ramienne. Ruch stawu ramiennego jest wspomagany przez ruchy stawów: mostkowo-obojczykowego i barkowo-obojczykowego, a także przez ruchy łopatki [3,4,5].

Staw ramienny jest stawem o największym zakresie ruchu w organizmie, zakres ten przekracza obszar półkuli. Możliwe jest nie tylko umiejscowienie ramienia w tym zakresie, ale również rotacja w poszczególnych zakresach. Wymaga to pełnej współpracy wymienionych wcześniej struktur anatomicznych.

Bez udziału mięśni stabilizacja stawu ramiennego i okolicy barku jest niewystarczająca. W warunkach fizjologicznych mięśnie zapewniają stabilizację barku. Ważna jest integracja trzech sił wzajemnie się równoważących. Jest to koordynacja nerwowo-mięśniowa i wzajemne proporcje sił grup mięśniowych, które muszą pokonać ciężar kończyny i siłę grawitacji. Drugą składową jest stabilizacja głowy kości ramiennej w panewce (prawidłowe centrowanie). Trzecią składową są siły wywołujące określony ruch w stawie.

Prawidłowa funkcja stawu zależy od jego stabilno-

ści oraz prawidłowej kontroli nerwowo-mięśniowej [6, 7,8,9,10,11,12].

Jednym z mechanizmów prowadzących do niestabilności okolicy barku może być zaburzenie bilansu sił mięśni rotujących na zewnątrz, względem rotacji wewnętrznej ramienia i mięśni odwodźcicieli ramienia. Zaburzenia te występują po zwichnięciach stawu ramiennego, uszkodzeniach częściowych lub pełnej grubości pierścienia rotatorów, a także uszkodzeniach głowy długiej mięśnia dwugłowego ramienia. W grupie tej należy wymienić także zapalenie kaletki i zespół ciasnoty podbarkowej, którym dodatkowo towarzyszy najczęściej ból i ograniczenie ruchu w stawie [5,13,14].

Mc Master i wsp. (1991), Mikesky i wsp. (1995), Ellenbecker i Mattalino (1997) wyliczali stosunek maksymalnej siły mięśni rotatorów wewnętrznych do zewnętrznych ramienia w warunkach izokinetycznych ludzi aktywnych fizycznie, a także analizowali zachowanie się wyników kończyn dominujących do niedominujących [15,16,17]. Badania sił mięśni prostowników do zginaczy stawu ramiennego, a także mięśni działających na staw łokciowy prowadzili Bober i Zawadzki [18]. Badali oni siłę mięśni w warunkach izokinetycznych. Jednak pomiar ten nie daje odpowiedzi na pytanie, jakie są wartości maksymalnej siły (N) mięśnia lub grupy mięśniowej. Siłę maksymalną można zbadać w warunkach statyki (maksymalnego skurczu izometrycznego). W tym celu mierzy się wartości maksymalnych sił (N) mięśni w poszczególnych zakresach kątowych. Stanowisko to potwierdza Wit [19]. Wyniki osiągnięte w takich badaniach mogą służyć do określenia wartości sił w przebiegu zmian kąta w stawie, dla mięśni kończyn górnych bez obrażeń. Natomiast wyniki pomiarów uzyskane w kończynach operowanych stanowią podstawę doboru indywidualnych obciążeń w postępowaniu fizjoterapeutycznym po obrażeniach stawu ramiennego [11,20,21,22,23]. Dodatkowo, jednostki siły wyrażone w N, uzyskane w testach, można prosto przeliczyć na kilogramy, w których najczęściej dozuje się obciążenia w kinezyterapii.

Celem pracy była ocena wartości sił mięśni rotujących ramię zależnie od kąta odwiedzenia, u osób bez obrażeń barku.

Tab. 1. Charakterystyka antropometryczna badanych osób; x – wartości średnie, SD – odchylenie standardowe  
 Tab. 1. Anthropometric characteristics of the study population; x – mean, SD – standard deviation

|                 |    | Ciężar ciała [kg] | Wysokość ciała [cm] | Wiek [lata] |
|-----------------|----|-------------------|---------------------|-------------|
| KOBIEТЫ, n=50   | X  | 59,4              | 168,7               | 20,6        |
|                 | SD | 8,2               | 3,5                 | 1,1         |
| MĘŻCZYŹNI, n=50 | X  | 76,3              | 180,7               | 21,6        |
|                 | SD | 10,3              | 8,4                 | 1,8         |

## MATERIAŁ I METODY

Badaniem objęto 100 osób. Grupa kobiet (n = 50) oraz grupa mężczyzn (n = 50) to osoby, u których w badaniu lekarskim nie stwierdzono obrażeń i chorób okolicy barku. Osoby te nie uprawiały wyczynowo sportu oraz nie zgłaszały dolegliwości w obrębie barku podczas badania. Każda z badanych osób wykonała 32 pomiary sił (N) mięśni rotujących ramię. Łączna liczba to 3200 przeprowadzonych pomiarów sił mięśni rotujących na przemian do wewnątrz i na zewnątrz ramię, przy różnym kącie odwiedzenia ramienia. Charakterystykę antropometryczną badanych osób przedstawiono w Tab. 1.

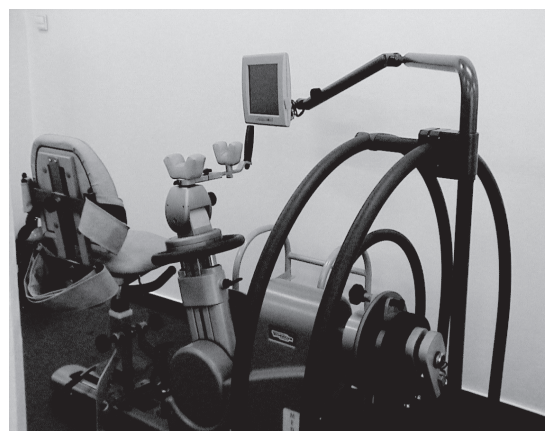
### Badanie siły mięśniowej

Każda z badanych osób została zapoznana z celem i przebiegiem badania. Badanie wykonano na urządzeniu pomiarowo-rehabilitacyjnym Total Shoulder Rehabilitation firmy Techno Gym, z własnym oprogramowaniem komputerowym, który umożliwiał pomiar siły (N) rozwijanej przez mięśnie rotujące ramię do wewnątrz i na zewnątrz, podczas maksymalnego skurczu izometrycznego (Ryc. 1).

Test poprzedzony był rozgrzewką, w której dominowały ćwiczenia czynne, wolne mięśni obręczy barkowej. Następnie badany zajmował pozycję na siedzisku, do którego był przypięty pasami na wysokości talerzy biodrowych oraz na krzyż, stabilizując obręcz barkową i łopatki. Dodatkowo, oba barki były stabilizowane za pomocą rąk badającego. W tej pozycji, na hasło „start” osoba badana wykonywała maksymalną rotację wewnętrzną i zewnętrzną w stawie ramiennym w warunkach izometrycznych, tzn. miała rozwinać maksymalną siłę (N) i utrzymać ją przez 5 sekund. Opisane badanie rozpoczynano od pozycji odwiedzenia ramienia pod kątem 0° i rotacji ramienia w pozycji neutralnej (0°) (Ryc. 2). Badany dwukrotnie wykonywał rotację wewnętrzną w prawym stawie ramiennym, a rejestrowano lepszy wynik. Następnie, po 1-minutowej przerwie, dwukrotnie wykonywano rotację zewnętrzną i wybierano wynik o najwyższej wartości siły (N). Następnie stosowano 2 minuty wypo-

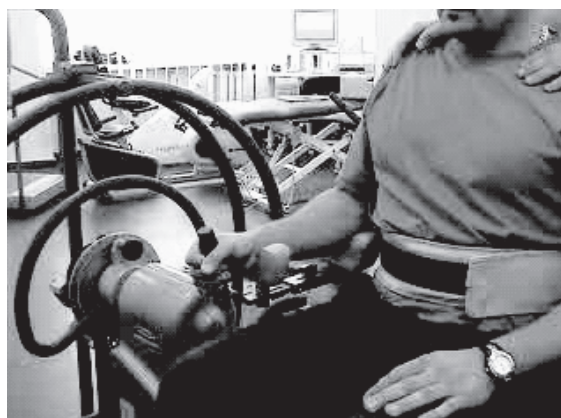
czynku, podczas którego przestawiano urządzenie. Wartość siły (N) mięśni rotujących ramię do wewnątrz i na zewnątrz lewej kończyny mierzono w przedstawiony wyżej sposób.

Analogicznie postępowano mierząc siłę (N) mięśni rotujących ramię do wewnątrz i na zewnątrz przy kącie 45° odwiedzenia ramienia w płaszczyźnie czołowej



Ryc. 1. Urządzenie pomiarowo-rehabilitacyjne Total Shoulder Rehabilitation do pomiaru siły (N) mięśni rotujących ramię do wewnątrz i na zewnątrz

Fig. 1. Total Shoulder Rehabilitation device for measuring the strength (N) of the inner and outer shoulder rotators



Ryc. 2. Przygotowanie do pomiaru siły (N) mięśni rotujących ramię przy odwiedzeniu ramienia 0°

Fig. 2. Measurement of the strength of the shoulder rotators (N) at an abduction angle of 0°





Ryc. 3. Pomiar sił (N) mięśni rotujących ramię przy odwiedzeniu ramienia o  $45^\circ$

Fig. 3. Measurement of the strength of the shoulder rotators (N) at an abduction angle of  $45^\circ$

(Ryc. 3), a następnie przy kącie  $70^\circ$  i  $90^\circ$  odwiedzenia. Staw łokciowy ustawiony był zawsze w zgięciu  $90^\circ$ .

Stosowano stałe ramię dźwigni, a oś pomiaru przebiegała przez oś stawu. Pozycja wyjściowa pomiaru była zawsze przy rotacji neutralnej ( $0^\circ$ ).

#### Analiza statystyczna

Obliczeń statystycznych dokonano za pomocą programu komputerowego Statistica 6.0 (Microsoft). Obliczono średnie wartości ( $\bar{x}$ ), odchylenia standardowe (SD) oraz istotność różnic, stosując test t-Studenta dla grup zależnych. Istotność statystyczną rozpatrywano na poziomie  $p < 0.05$ .

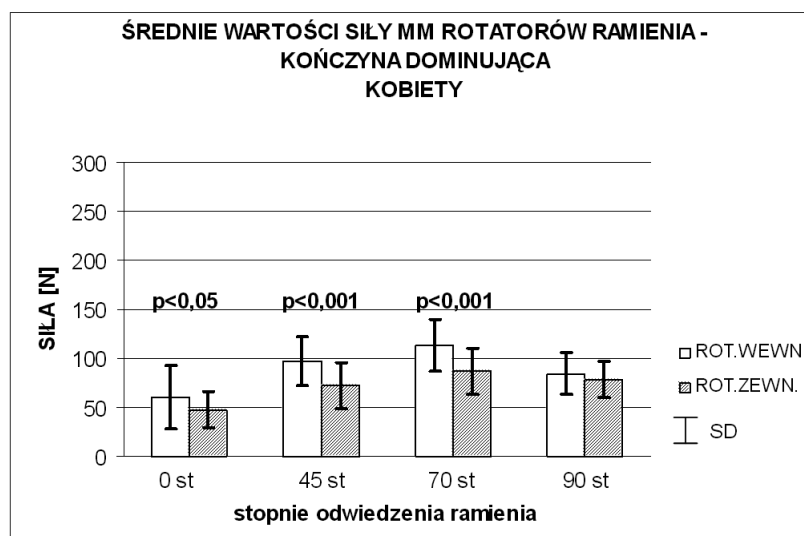
## WYNIKI

W grupie kobiet wraz ze wzrostem odwiedzenia ramienia od kąta  $0^\circ$  do  $70^\circ$ , odnotowano przyrost siły (N), zarówno mięśni rotujących ramię do wewnątrz, jak i na zewnątrz. Mięśnie rotujące ramię do wewnątrz kończyny dominującej charakteryzowały się istotnie większą siłą (N) w porównaniu z rotatorami zewnętrznymi w zakresie odwiedzenia ramienia od  $0^\circ$  do  $70^\circ$  (Ryc. 4). Jedynie w odwiedzeniu ramienia pod kątem  $90^\circ$  wartości siły mięśni rotatorów wewnętrznych były zbliżone do wartości siły rotatorów zewnętrznych. W zakresie odwiedzenia ramienia pod kątem  $90^\circ$  wartości siły mięśni rotatorów wewnętrznych ramienia malały, natomiast siła mięśni rotujących ramię na zewnątrz wydawała się kształtować na podobnym poziomie w porównaniu z zakresem odwiedzenia ramienia pod kątem  $70^\circ$ .

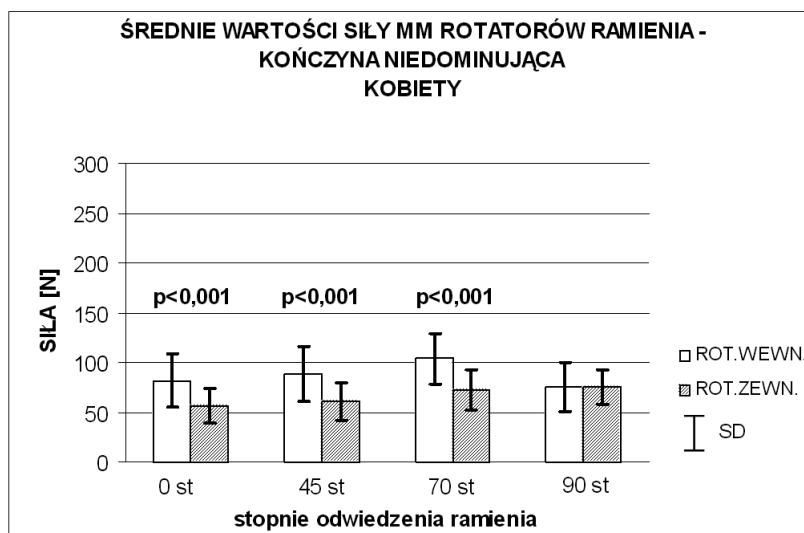
W kończynie niedominującej (Ryc. 5) obserwowano podobny rozkład sił, jak w kończynie dominującej.

W grupie mężczyzn obserwowano wyższe wartości sił niż u kobiet. Natomiast nie ma różnic w profilu sił w poszczególnych stopniach odwiedzenia ramienia między kobietami i mężczyznami. Podobnie w obu grupach zachowuje się bilans sił rotatorów wewnętrznych do zewnętrznych, czyli również u mężczyzn rotatory wewnętrzne są silniejsze w obu kończynach w zakresach odwiedzenia ramienia od kąta  $0^\circ$  do  $70^\circ$  (Ryc. 6 i 7). Jedynie w zakresie odwiedzenia ramienia pod kątem  $90^\circ$  nie stwierdzono różnic między siłą mięśni rotujących ramię do wewnątrz i na zewnątrz.

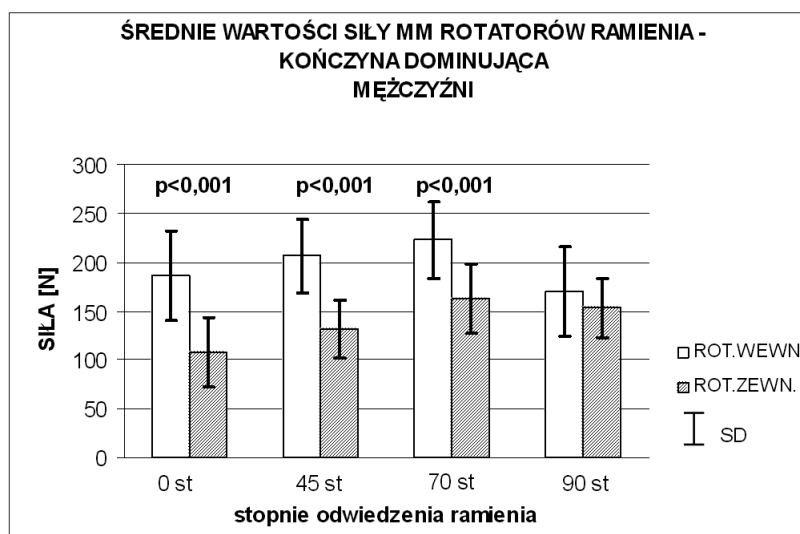
Bilans siły rotatorów zewnętrznych ramienia do rotatorów wewnętrznych we wszystkich badanych grupach wahał się od 0.5 do 1.0 (Tab. 2). W Tabeli 2



Ryc. 4. Średnie wartości siły (N) mięśni rotujących ramię kończyny dominującej do wewnątrz i na zewnątrz u kobiet  
Fig. 4. Mean strength (N) of the inner and outer shoulder rotators on the dominant side in women



Rys. 5. Średnie wartości siły (N) mięśni rotujących ramię kończyny niedominującej do wewnątrz i na zewnątrz u kobiet  
Fig. 5. Mean strength (N) of the inner and outer shoulder rotators on the non-dominant side in women



Rys. 6. Średnie wartości siły (N) mięśni rotujących ramię kończyny dominującej do wewnątrz i na zewnątrz u mężczyzn  
Fig. 6. Mean strength (N) of the inner and outer shoulder rotators on the dominant side in men

zamieszczono również bilanse sił w odwiedzeniu ramienia 90°, chociaż nie stwierdzono wcześniej istotnych różnic pomiędzy rotatorami zewnętrznymi i wewnętrznymi w tym ułożeniu kończyny górnej.

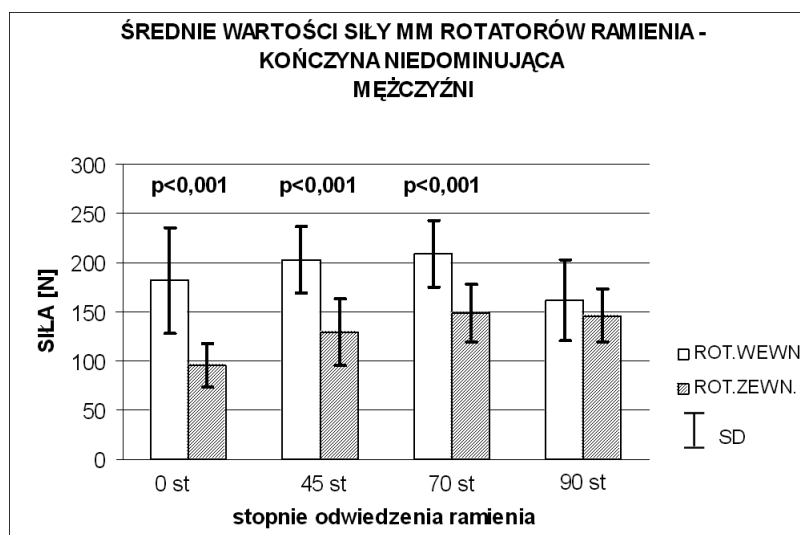
## DYSKUSJA

Jenp i wsp. stwierdzili, że zarówno w płaszczyźnie czołowej, jak i w płaszczyźnie łopatki największa siła w warunkach skurczu izometrycznego jest rozwi-

Tab. 2. Bilans siły mięśniowej rotatorów ramienia zewnętrznych do wewnętrznych; D – kończyna dominująca, ND – kończyna niedominująca

Tab. 2. Proportion of muscle strength in the outer shoulder rotators to the inner; D – dominant limb, ND – non-dominant limb

|                    |    | BILANS SIŁY MIĘŚNIOWEJ ROTATORÓW RAMIENIA ZEWNĘTRZNYCH DO WEWNĘTRZNYCH |       |       |       |
|--------------------|----|------------------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|
|                    |    | 0 st                                                                   | 45 st | 70 st | 90 st |
| KOBIETY,<br>n=50   | D  | 0.8                                                                    | 0.7   | 0.8   | 0.9   |
|                    | ND | 0.7                                                                    | 0.7   | 0.7   | 1.0   |
| MĘŻCZYŹNI,<br>n=50 | D  | 0.6                                                                    | 0.6   | 0.7   | 0.9   |
|                    | ND | 0.5                                                                    | 0.6   | 0.7   | 0.9   |



Rys. 7. Średnie wartości siły (N) mięśni rotujących ramię kończyny niedominującej do wewnątrz i na zewnątrz u mężczyzn

Fig. 7. Mean strength (N) of the inner and outer shoulder rotators on the non-dominant side in men

jana przez rotatory zewnętrzne, gdy ramię ustawione jest w rotacji pośredniej lub w pełnej rotacji wewnętrznej. Natomiast w odwiedzeniu ramienia pod kątem 45° największą siłę rozwijają rotatory wewnętrzne, gdy ramię jest dodatkowo w rotacji zewnętrznej [20].

Badania osób bez obrażeń okolicy barku, jak również wybranych pacjentów po operacyjnym leczeniu okolicy barku (będzie to tematem kolejnej publikacji) wykonywaliśmy w poszczególnych zakresach odwiedzenia dla mięśni rotatorów wewnętrznych i zewnętrznych, rozpoczynając test od pozycji rotacji neutralnej (zerowej). Uzasadnieniem takich badań jest próba stworzenia norm służących porównaniu nie tylko ludzi bez obrażeń, ale także pacjentów po określonych operacjach. Dlatego też należy przewidzieć metodykę postępowania fizjoterapeutycznego, którego celem jest rozpoczęcie i stopniowe przywrócenie sił mięśni odwodźcicieli i rotatorów zewnętrznych ramienia względem rotacji wewnętrznej [21,23,25]. Rozpoczęcie ćwiczeń izometrycznych z oporem, a następnie ćwiczeń czynnych ze stopniowym oporem mięśni rotujących ramię od pozycji neutralnej, jest, zdaniem autorów, bezpieczne dla operowanych struktur stawu. Autorzy dokonali pomiaru wartości sił (N) mięśni rotujących ramię przy zmiennym zakresie kąta odwiedzenia ramienia.

W celu rozszerzenia danych porównawczych dla pacjentów przeprowadzono badania w grupach kontrolnych osób, które nie miały obrażeń i chorób w okolicy barku. Dokonano w tych grupach pomiarów wartości sił (N) mięśni rotujących do wewnątrz i na zewnątrz ramię, przy różnym kącie odwiedzenia. Okazało się, że rozkład sił (N) charakteryzował się zmienną dynamiką przebiegu przy wzroście kąta od-

wiedzenia ramienia. Siła (N) mięśni rotujących ramię do wewnątrz i na zewnątrz wzrastała wraz z przyrostem odwiedzenia ramienia od 0° do 70°. Mięśnie rotujące ramię do wewnątrz były silniejsze od mięśni rotujących na zewnątrz w zakresach odwiedzenia ramienia od 0° do 70° i przy odwiedzeniu ramienia do kąta siedemdziesięciu stopni, mięśnie te osiągnęły najwyższe wartości w każdej z badanych grup. Natomiast najwyższe wartości sił mięśni rotatorów zewnętrznych osiągnięto w badanych grupach przy kątach odwiedzenia ramienia pomiędzy 70° a 90°. Po przekroczeniu kąta odwiedzenia ramienia 90°, wartości sił (N) mięśni rotujących ramię do wewnątrz ulegały spadkowi i dochodziło do względnej równowagi sił rotatorów zewnętrznych i wewnętrznych.

Przeprowadzone pomiary sił, wykonane na osobach poddanych operacyjnemu leczeniu wybranych obrażeń struktur stawu ramennego, pozwalają poddać indywidualnej analizie wyniki postępowania fizjoterapeutycznego każdego pacjenta w zakresie odbudowy siły mięśni rotujących ramię, przy różnym kącie odwiedzenia ramienia. Analiza wyników pozwala dobrać obciążenia indywidualnie dla pacjenta w postępowaniu fizjoterapeutycznym, którego celem jest przywrócenie siły i stabilizacji czynnościowej wybranych grup mięśniowych okolicy barku [21,23,25,26]. Wyniki przeprowadzonych pomiarów dają także możliwość porównania wartości sił mięśni kończyn operowanych do wartości sił (N) w kończynach nieoperowanych. Wykonanie badań rozkładu sił rotatorów w różnym kącie odwiedzenia na ludziach bez obrażeń okolicy barku, stanowi dodatkowe źródło porównania dla pacjentów. Stanowi cenną bazę porównawczą po-

stępów fizjoterapii u pacjentów. Daje także dodatkową odpowiedź na pytanie, w jakim zakresie występuje fizjologiczna lateralizacja badanej cechy w grupach kontrolnych w wieku pomiędzy 20 a 30 rokiem życia.

## WNIOSKI

1. Siła mięśni rotatorów zewnętrznych i wewnętrznych ramienia u ludzi zdrowych zależy od wartości kąta odwiedzenia ramienia.
2. W grupie mężczyzn obserwuje się wyższe wartości sił niż u kobiet, natomiast nie ma różnic w kierunku zmian sił w poszczególnych kątach odwiedzenia ramienia.
3. W większości badanych kątów odwiedzenia ramienia, siła mięśni rotujących ramię do wewnątrz jest istotnie wyższa od siły mięśni rotujących ramię na zewnątrz.
4. Badania pozwoliły na standaryzację wartości pomiarów siły mięśni rotujących ramię do wewnątrz i na zewnątrz w zależności od wartości kąta odwiedzenia ramienia.
5. Wyniki badań przeprowadzonych na osobach bez obrażeń barku mogą służyć jako norma w odniesieniu do oceny postępów fizjoterapii w obrażeniach barku u pacjentów w wieku 20 do 30 lat.

## PIŚMIENNICTWO

1. DeLee JC, Drez D. Orthopaedic Sports Medicine: principles and practice. Philadelphia: W.B. Saunders Company, 1994.
2. Hoppenfeld S, Zeide MS. Orthopaedic Dictionary. Philadelphia: J.B.Lippincott, 1994.
3. Widuchowski J, Franiel J. Artroskopia barku. Ortopedia Traumatologia Rehabilitacja. 2003;5:413-420.
4. Lubiawski P, Romanowski L, Kruczyński J, Manikowska W, Jaruga M. Znaczenie propriocepcji w patofizjologii i leczeniu niestabilności stawu ramiennego. Ortopedia Traumatologia Rehabilitacja. 2003;5:421-425.
5. Dziak A, Tayara SH. Bolesny bark. Kraków: „Kasper” s.c., 1998.
6. Levine WN, Flatow EL. The pathophysiology of shoulder instability. Am. J. Sports Med. 2000;28:910-917.
7. Lephart SM, Pincivero DM, Giraldo JL, Fu FH. The role of proprioception in the management of and rehabilitation of athletic injuries. Am J Sports Med. 1997;25:130-137.
8. Warner JJP, Lephart SM, Fu FH. Role of Proprioception in pathoetiology of shoulder instability. Clin Orthop Rel Res. 1996;330:35-39.
9. Warner JJP, Caborn DNM, Berger R, Fu FH, Seel M. Dynamic capsuloligamentous anatomy of the glenohumeral joint. J Shoulder Elbow Surg. 1993;2:115-133.
10. Bresch JP, Nuber G. Mechanoreceptors of the middle and inferior glenohumeral ligaments: histologic study of human cadaver shoulders. J Shoulder Elbow Surg. 1995;4:563-4.
11. Bridley J., Tibone JE. Electromyographic analysis of muscle action about the shoulder. Clin Sport Med. 1991;10:789-805.
12. Myers JB, Lephart SM. Sensorimotor deficits contributing to glenohumeral instability. Clin Orthop Rel Res. 2002; 400:98-104.
13. Burkhart S. Arthroscopic management of shoulder instability. Congress ISAKOS Auckland 2003. Abstract Book, 1.52.
14. Miniaci A. Decision making in multidirectional shoulder instability. Annual Meeting of the American Academy of Orthopaedic Surgeons, New Orleans, Louisiana, 2003. Abstract Book, 224-225.
15. McMaster WC, Long SC, Caiozzo VJ. Isokinetic torque imbalances in the rotator cuff of the elite water polo player. Am J Sports Med. 1991;19(1):72-5.
16. Mikesky AE, Edwards JE, Wigglesworth JK, Kunkel S. Eccentric and concentric strength of the shoulder and arm musculature in collegiate baseball pitchers. Am J Sports Med. 1995;23(5):638-42.
17. Ellenbecker TS, Mattalino AJ. Concentric isokinetic shoulder internal and external rotation strength in professional baseball pitchers. J Orthop Sports Phys Ther. 1997;25(5):323-8.
18. Bober T, Zawadzki J. Biomechanika układu ruchu człowieka. BK Wrocław. 2001;109-111.
19. Wit A, Mirowski M. Biomechaniczna ocena własności dynamicznych mięśni stawu. Acta Clinica. 2002;2,1,77-85.
20. Jenp YN, Malanga GA, Growney ES, An KN. Activation of the rotator cuff in generating isometric shoulder rotation torque. Am J Sports Med. 1996;24(4):477-85.
21. Czamara A. Program fizjoterapii po zwichnięciach przednich stawu ramiennego. Medicina Sportiva. 2003;7(2), 139-150.
22. Edmonds G, Kirkley A, Birmingham TB, Fowler PJ. The effect of early arthroscopic stabilization compared to non-surgical treatment on proprioception after primary traumatic anterior dislocation of the shoulder. Knee. Surg. Sports Traumatol. Arthrosc. 2003, 11:116-121.
23. Wilk KE, Meister K, Andrews JR. Current concepts in the rehabilitation of the overhead throwing athlete. Am. J. Sports Med. 2002;30:136-151.
24. Aydin T, Yildiz Y, Yanmis I, Yildiz C, Kalyon TA. Shoulder proprioception: a comparison between the shoulder joint in healthy and surgically repaired shoulders. Arch. Orthop. Trauma Surg. 2001;121:422-425.
25. Lephart SM, Henry TJ. Functional Rehabilitation for the Upper and Lower Extremity. Orthop Clin of North America. 1995;26/3:579-592.
26. Kirkley A. Scoring Systems for the Functional Assessment of the Shoulder. Techniques in Shoulder & Elbow Surgery. 2002;3(4):220-233.

*Adres do korespondencji / Address for correspondence*  
*mgr Andrzej Czamara*  
*Wyższa Szkoła Fizjoterapii*  
*50-038 Wrocław, ul. Kościuszki 4*

*Otrzymano / Received* 12.01.2005 r.  
*Zaakceptowano / Accepted* 24.03.2005 r.