

DOI: 10.2478/v10109-009-0015-x

Momenty sił grup mięśni w funkcji kąta odwiedzenia i przywodzenia ramienia u mężczyzn

Isometric torque of arm abduction and adduction muscles in men

Grzegorz Duławski, Tadeusz Bober, Andrzej Czamara, Andrzej Zaleski

Wyższa Szkoła Fizjoterapii we Wrocławiu
Wrocław Physiotherapy School of Higher Education

Streszczenie:

Przedmiotem pracy były pomiary statycznych momentów sił grup mięśni odwodzących i przywodzących ramię (w płaszczyźnie czołowej). Badania wykonano na urządzeniu Biodex Medical System Pro 3 u 15 mężczyzn praworęcznych. Pomiary maksymalnych momentów sił w 5 wybranych pozycjach kątowych pomiędzy 0° (ramię wzdłuż tułowia) a 120° (dla obu kierunków) pozwoliły przebiegi moment-kąt opisać wielomianami drugiego stopnia. Przebieg momentu siły mięśni odwodzących ramię w funkcji kąta ma kształt hiperboli z maksimum przy kącie 0°, a dla mięśni przywodzących przyjmuje kształt paraboli z maksimum przy kącie 45°. Grupa mięśni odwodzących wywala większy moment siły od przywodzących przy kącie 0° i 120°. W pozostałych, pośrednich, pozycjach kątowych jest niewielka przewaga mięśni przywodzących nad odwodzącymi.

Słowa kluczowe: momenty sił mięśniowych, izometria, staw ramienny.

Abstract:

The aim of work was to present the results of maximal (isometric) torque produced by muscles acting as arm abductors and adductors (frontal plane). The Biodex Medical System was applied to test the group of 15, right handed, young men. Torque was measured at 5 different angular positions between 0° (arm along the trunk) and 120° in both directions. The torque-angle curves were approximated with polynomial of the second order. The abduction torque-angle curve has a shape of hyperbola with maximum at 0° and adduction torque has a form of parabola with maximum at 45°. Abduction muscle group is stronger than adduction muscle group in the position of 0° and 120°. In the remaining positions the adduction muscle group is stronger than abduction muscle group.

Key words: muscle torque, isometric, shoulder joint.

Wprowadzenie

Ruchy ramienia w płaszczyźnie czołowej mają złożony przebieg pod względem biomechanicznym. Dotyczy to zarówno stawów czynnych w takich ruchach, jak też współdziałania mięśni w wyzwalanych momentach sił. Ruchom odwodzenia ramienia od pozycji wyjściowej (0°) towarzyszy po pewnym zakresie ruchu rotacja łopatki i uniesienie obojczyka [1, 2]. W warunkach patologii dochodzi do zaburzenia ruchów łopatki, nieprawidłowego centrowania głowy kości ramiennej i jej ułożenia względem powierzchni stawowej łopatki. Problem ten występuje często w zwknięciach stawu ramiennego, uszkodzeniach stożka rotatorów, ciasnocie podbarkowej, złamaniach nasady bliższej kości ramiennej, złamaniach łopatki i obrażeniach złożonych [3]. Taka złożoność struktury, zakresów ruchu i udziału mięśni w wyzwalanych momentach sił stanowi pewne utrudnienie w diagnostyce obrażeń oraz w postępowaniu fizjoterapeutycznym. Problem ten dotyczy najczęściej zakłócenia stosunku mięśni odwodzących i rotujących ramię na zewnątrz do mięśni przywodzących i rotujących ramię do wewnątrz. Skutkiem zmian w wyniku obrażeń i chorób jest najczęściej ból i ograniczenie ruchu, co z kolei ogranicza funkcję stawu ramiennego, całej obręczy barkowej, a nieradko zakłóca postawę ciała i wymaga specjalistycznego leczenia, w tym

Introduction

Arm movements (motions) in front plane have compound character taking into consideration the biomechanical aspect which regards both active joints during that kind of movements and interaction of muscles at released muscle torque. Arm abductors movements (motions) from initial position (0°) are associated after reaching particular range of motion with scapular bone (shoulder blade) rotation and raising of collar bone [1, 2]. In cases of pathologies there are disregulations of shoulder blades movements, inappropriate focusing of the head of humeral bone and its conflict in relation to joint surface of the shoulder blade. This is frequent problem in dislocations of shoulder joint, injury of conus of rotators, subacromial impingement syndrome fractures of radix (epiphysis) of proximal humeral bone, fractures of shoulder blade and compound (complex) fractures [3]. That kind of structure, range of movements and participation of muscles during releasing torque constitutes some aggravations whereas the diagnosis of injuries and physiotherapeutic treatment. This problem most frequently regards distraction of relation of abductors muscles and rotating the arm in the external direction with adductors muscles rotating the arm in the internal direction. The consequence of changes resulting from injuries

postępowania fizjoterapeutycznego [4-7]. W publikacjach dominują wyniki badań momentów sił różnych grup mięśniowych obręczy barkowej w płaszczyźnie strzałkowej [8, 9]. Tylko niewiele prac dotyczy biomechanicznych badań tej grupy mięśni w innych płaszczyznach [10-13]. Stosunkowo mała liczba prac na temat momentów sił tych grup mięśniowych wobec np. ruchów w płaszczyźnie strzałkowej skłoniła nas do podjęcia tego tematu. Pozyskanie informacji o wartościach momentów sił w funkcji kąta położenia ramienia w płaszczyźnie czołowej jest celem niniejszego doniesienia. Zakładamy, że dane uzyskane w badaniach pilotażowych, potwierdzone dalszymi badaniami, będą użyteczne jako wyniki grup kontrolnych w odniesieniu do oceny postępu fizjoterapii u pacjentów po obrażeniach i w chorobach struktur okolicy barku.

Material i metoda badań

Badania przeprowadzono na 15 zdrowych mężczyznach (tab. 1). Wszyscy byli praworęczni. Pomiary zostały wykonane na urządzeniu do pomiarów momentów sił grup mięśniowych w warunkach statyki i izokinetyki amerykańskiej firmy Biodex Medical Systems 3 Pro. Mierzono maksymalne momenty sił mięśni przywodzących i odwodzących ramię, czyli w płaszczyźnie czołowej; w kierunkach tych, zależnie od zakresu ruchu, uczestniczą również mięśnie działające na łopatkę i obojczyk. Pomiary wykonano w statyce dla prawej i lewej kończyny górnej w wybranych pozycjach kątowych rozpoczynając od pozycji 0° zgodnie z tab. 2. Wartość 0° odpowiada położeniu ramienia wzdłuż tułowia.

Postępowanie

Usytuowanie siedziska i osoby badanej. Przyjęto pozycję, która zapewnia komfort badanemu oraz właściwe ustawienie osi anatomicznej względem osi obrotu dźwigni dynamometru. Oparcie siedziska oraz pochycenie dynamometru muszą być ustawione równolegle. Do badań zastosowano nasadkę na dynamometr do ćwiczeń ramienia/stawu łokciowego. W czasie wykonywania pomiarów badany powinien mocno trzymać ręką uchwyt w celu utrzymania odpowiedniej, zadanej pozycji kątovej. Stabilizacja badanego polegała na założeniu pasa ramiennego (po przeciwnej stronie do kończyny badanej) i pasa przechodzącego przez klatkę piersiową. Badany trzymał rękę dźwigni w ręce, co oznacza, że w wyzwalanym momencie sił część udziału miały mięśnie ogólnie pośrednich, czyli działające na stawy łokciowy i promieniowo-nadgarstkowy. Mimo tej uwagi postanowiono pozostać przy procedurze zalecanej przez Bioder przyjmując, że w ośrodkach rehabilitacyjnych taka właśnie jest stosowana, a tym samym wyniki będą porównywalne.

Przed dokonaniem pomiaru badany wykonywał ćwiczenia przygotowawcze, polegające na odwodzeniu i przywodzeniu ramienia przez 5-6 min. Po rozgrzewce wykonywano pomiar próbny, a następnie badanie właściwe w następującej kolejności: pomiary odwodzenia i przywodzenia zaczynając od kąta 0° powtarzano trzykrotnie. Każdy pomiar (maksymalne napięcie izometryczne mięśni) trwał 5 s z przerwą 5 s. Przy zmianie kąta przerwa wynosiła około 2 min. Mięśnie odwodzące ramię są najwydatniejsze, gdy odwodzenie zachodzi w płaszczyźnie łopatki. Rozpoczyna się, gdy głowa kości ramiennej zostaje dociśnięta do powierzchni wydrążenia stawowego przez mięśnie obręczy kończyny górnej. Powyżej 30° do ruchu odwodzenia ramienia dołączają łopatkę oraz obojczyk. Na momenty sił odwodzących składają się

is most of pain and motion limitation and then it leads to the limitation of function of shoulder joint, the whole shoulder girdle, not rarely to distraction of body posture and requires specialist treatment including the physiotherapeutic treatment [4-7]. In publications there are mostly the results of torques of various muscle groups of shoulder girdle in sagittal plane [8, 9]. There are only a few works regarding the biomechanical tests of that particular muscle group in other planes [10-13]. Relatively smaller number of works on torques of those muscle groups in relation to movement in sagittal plane inclined us to raise that subject. Acquisition of information about values of torques-angle curves of arm position in frontal position is the aim of hereby work. We assume that data received during hereby pilot research confirmed with further research will be useful as results of control groups according to evaluation of physiotherapy development in patients after injuries and illnesses of structure of shoulder area.

Material and method

The research was conducted including 15 healthy men (Table 1). All of them were right handed. The measurements were taken with use of device which measures the torque of muscle groups in condition of statics and isokinetics, produced by American company – Biodex Medical Systems 3 Pro. The maximal torques produced by muscles acting as arm abductors and adductors in frontal plane, at which depending on range of movement the muscles influencing the shoulder blade and collar bone are also engaged. The measurements were taken in statics for right and left upper limb in selected angular positions between 0° pursuant to Table 2. The value 0° corresponds to the arm position along the trunk.

Course of action

Placing seat and examined person. The taken position provided the patient with comfort and proper focusing the axis of anatomical position in regard to the axis of revolution lever of dynamometer. The back of the seat and the inclination angle of dynamometer must be set in the parallel position. The dynamometer adapter designed for exercises of arm or elbow joint was applied. During taking the measurements, examined person shall hold tight the handgrip in order to keep proper required angle position. Stabilization of examined person involved putting on the shoulder belt (on opposite side of tested limb) and the belt over the chest. The examined person held the hilt of lever in his/her hands, which means that at the produced torque, the part of participation belonged to muscle of indirect links, or influencing the elbow joint and radial-wrist joint. Despite that notification it was decided to stick and follow the procedures suggested by Bioder assuming that in rehabilitation centers that kind of procedure is applied and due to that fact the results will be comparable.

Before taking the measurement the patient performed some preparing exercises of arm abduction and adduction for 5-6 minutes. After warming up the trial measurement was taken and then the specific measurement in the following order: abduction and adduction measurements starting at 0° were repeated three times. Each measurement (maximal isometric torque) lasted 5 sec. with pause of 5 sec. While the change of angle took place the pause was about 2 minutes. Arm abductor muscles are the most efficient while the abduction takes place in shoulder blade plane. It starts at the moment when the head of humeral bone is tightened to the surface (area) of articular excavation by the muscles of superior extremity girdle (shoulder girdle). When the angle value is higher than 30° the shoulder blade

Tabela 1. Podstawowe dane o badanych (n = 15)
Table 1. Basic personal information about examined people (n = 15)

	Wysokość ciała Body height [cm]	Masa ciała Body weight [kg]	Wiek Age [lat/years]
X	180,75	82,38	23,5
SD	5,88	13,13	2,8
Min-maks Min-max	173-195	62-120	19-29
Współczynnik zmienności Variation coefficient	3,2	15,9	11,9

Tabela 2. Pozycje pomiarowe maksymalnych momentów sił grup mięśni w odwodzeniu i przywodzeniu ramienia dla prawej i lewej kończyny
Table 2. Measurement positions of Maxima torques of arm abductors and adductors muscles for left and right limb

Statyka Statics [°]	
przywiedzenie adduction	odwiedzenie abduction
0	0
45	45
70	70
90	90
120	120

mięśnie: część środkowa naramiennego, nadgrzebieniowy i głowa długa mięśnia dwugłowego ramienia. Ruch ten przy wysokim ustawieniu barku wspomagany jest często przez mięsień podgrzebieniowy. Dodatkowo unoszenie barku wykonuje zstępująca część mięśnia czworobocznego, mięsień dźwigacz łopatki i mostkowo-obojczykowo-sutkowy. Na momenty sił przywodzących ramię składają się mięśnie: piersiowy większy, podłopatkowy, obły większy, najszerszy grzbietu oraz głowa długa mięśnia trójgłowego ramienia. W tym kierunku dochodzi też do obniżania barku, w którym uczestniczy część wstępująca mięśnia czworobocznego, mięsień piersiowy większy i mniejszy oraz mięsień najszerszy grzbietu.

Wyniki

Najwyższą średnią wartość momentu siły mięśni odwodzących ramię osiągnięto w badanej grupie mężczyzn przy kącie 0° położenia ramienia względem tułowia (tab. 3). Wraz ze wzrostem kąta odwiedzenia ramienia odnotowano tendencję spadkową wartości momentów sił. Średnie wartości maksymalnych momentów sił mięśni przywodzących ramię osiągnęły najwyższe wartości w obu przypadkach pomiędzy 70° a 45° odwiedzenia ramienia z tendencją spadkową w obu kierunkach. Wystąpiła także lateralizacja prawostronna (przewaga kończyn dominujących) w wartościach maksymalnych momentów sił. Największa różnica, wynosząca 18%, wystąpiła dla prawej strony przy kącie 0° ramienia dla mięśni odwodzących oraz 14% dla mięśni przywodzących ramię przy kącie 120°. W pozostałych przedziałach kątowych, zarówno dla wartości momentów sił mięśni przywodzących, jak i odwodzących ramię odno-

and collar bone are engaged in abduction movement. The torque includes the following muscles: median part of deltoid muscle, supraspinatus and long head of biceps brachii muscle. That kind of movement at high position of the shoulder is often supported by infraspinatus muscle. In addition the elevation of the shoulder is performed by ascending part of trapezius muscle, shoulder blade elevator muscle and sterno-cleidomastoid muscle. The torque of arm adductors involves the following muscles: pectoral muscle, greater, subscapularis muscle teres minor, Latissimus dorsi muscle and long head of triceps brachii muscle. In this direction lowering of the shoulder can be observed due to participation of ascending part of trapezius muscle, greater and smaller pectoral muscle and latissimus dorsi.

Results

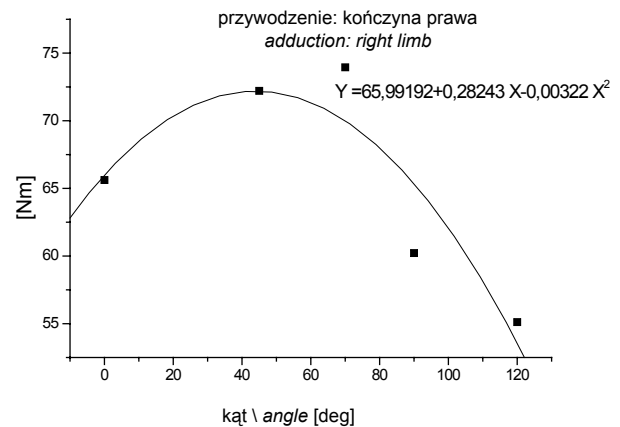
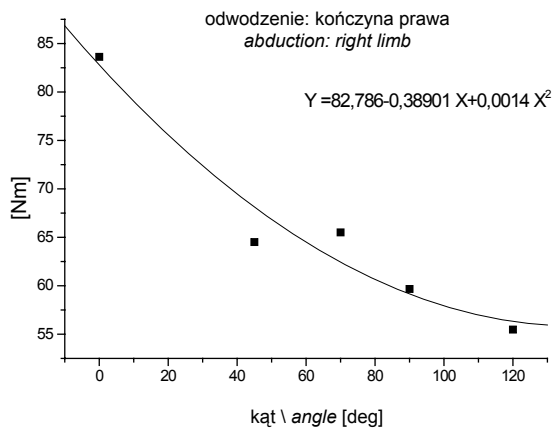
The highest average value of torque of arm abduction muscles was obtained in examined group of men at angle 0° of arm position along the trunk (Table 3). As the angle of arm abduction is bigger the dropping tendency of values of torques. The average values of maximal isometric torques of arm adductors obtained the highest values in both cases between 70° and 45° abduction of the arm with dropping tendency in both directions. There was also the right side lateralization (advantage of commanding limbs) at maximal values of torque. The most significant difference was 18%, it was present on the right side at 0° angle of the arm for abduction muscles and 14% for arm adduction muscles at 120° angle. The other angle ranges both for values of arm abduction torque and arm adduction ones there was a slight lateralization of limbs oscillating between 3-9% with advantage of right limb.

Tabela 3. Maksymalne momenty sił w (Nm) grupy mięśni odwodzących i przywodzących ramię, prawej i lewej kończyny w kolejnych pozycjach kątowych. Wartości średnie (X) i odchylenia standardowe (SD)
 Table 3. Maximal torques in (Nm) arm abductors and adductors muscle groups, right and left limb in consecutive angular positions. Average values (X) and standard deviation (SD)

Kąt Angle [°]	Odwodzenie Abduction [Nm]		Przywodzenie Adduction [Nm]	
	prawa right X SD	lewa left X SD	prawa right X SD	lewa left X SD
0	83,63 (24,28)	70,64 (18,54)	65,62 (12,67)	62,47 (13,88)
45	64,51 (13,94)	62,95 (13,98)	72,21 (16,88)	71,45 (18,38)
70	65,51 (16,31)	59,99 (13,93)	73,95 (16,78)	67,48 (16,89)
90	59,67 (13,39)	56,59 (14,20)	60,22 (18,16)	57,12 (16,22)
120	55,48 (13,47)	53,11 (15,30)	55,12 (16,19)	48,23 (14,01)

Tabela 4. Stosunek (wskaźnik) momentów sił mięśni odwodzących do przywodzących ramię
 Table 4. Relation (index) of torques of arm abductors to arm adductors

Pozycja kątowa Angular position [°]	Wskaźnik Index
0	1,25
30	0,98
60	0,92
90	0,90
120	1,05



Ryc. 1. Wartości średnie i linie wielomianu dla momentów sił mięśni odwodzących i przywodzących prawego ramienia
 Fig. 1. The average values and curves of polynomial for torques produced by arm muscles – abductors and adductors

towano niewielką lateralizację kończyn wahającą się pomiędzy 3-9% na rzecz kończyny prawej.

Zależność momentu siły od kąta w stawie dla danego kierunku ruchu można też opisać wielomianem:

dla odwodzenia prawą kończyną:
 $Y = 82,786 + (-0,389 \cdot X) + (0,001 \cdot X^2)$,
 $R^2 = 0,948$, $SD = 0,3479$, $P = 0,0522$,

dla odwodzenia lewą kończyną:
 $Y = 70,595 + (-0,174 \cdot X) + (2,393 \cdot X^2)$,
 $R^2 = 0,998$, $SD = 0,404$, $P = 0,0018$,

The dependance of torque and angle in the joint for particular direction of movement can be expressed by polynomial: for right limb abduction:

$Y = 82.786 + (-0.389 \cdot X) + (0.001 \cdot X^2)$,
 $R^2 = 0.948$, $SD = 0.3479$, $P = 0.0522$,

For left limb abduction:

$Y = 70.595 + (-0.174 \cdot X) + (2.393 \cdot X^2)$,
 $R^2 = 0.998$, $SD = 0.404$, $P = 0.0018$,

For right limb adduction:

$Y = 65.992 + (0,282 \cdot X) + (-0.003 \cdot X^2)$,

dla przywodzenia prawą kończyną:

$$Y = 65,992 + (0,282 * X) + (-0,003 * X^2),$$

$$R^2 = 0,823, SD = 4,719 P = 0,1767,$$

dla przywodzenia lewą kończyną:

$$Y = 63,174 + (0,306 * X) + (-0,004 * X^2),$$

$$R^2 = 0,936, SD = 3,259 P = 0,0642.$$

Wartości średnie dla prawej kończyny oraz przebieg krzywej wielomianu moment siły – kąt w stawie przedstawione są przykładowo na ryc. 1.

Posługując się wielomianami do opisu krzywej: moment siły-kąt w stawie dla pozycji odwiedzenia widać wyraźną niemal liniową tendencję spadkową od pozycji 0°, aczkolwiek dla prawej kończyny można zauważyć przeszacowanie pierwszego pomiaru i niedoszacowanie pomiaru przy kącie 45°. Dla mięśni przywodzicieli maksymalna wartość kąta przypada dla 45°, z tendencją spadkową w obu kierunkach.

Stosunek momentów sił mięśni odwodzących do przywodzących zależy od pozycji kątowej. Odpowiedni wskaźnik odwiedzenie/przywiedzenie dla prawej kończyny, lecz obliczony dla wartości aproksymowanych wielomianami, podany jest w tab. 4.

Tak obliczony wskaźnik dowodzi, że grupa mięśni odwodzących jest silniejsza od przywodzących w pozycji kątowej 0° i przy 120°. W pozostałych pozycjach pośrednich mięśnie przywodzące mają przewagę momentów sił nad odwodzącymi. Należy jednak podkreślić, że poza pozycją kątową 0°, w pozostałych różnica jest niewielka. Wobec tego lepiej mówić o tendencji przewagi momentów sił jednej grupy nad drugą, tym bardziej że liczebność przypadków jest względnie mała.

Podsumowanie

Badania momentów sił mięśni kończyn górnych w płaszczyźnie czołowej nie są popularne, a mięśnie te mają znaczący udział wraz z pozostałymi grupami mięśniowymi w utrzymaniu stabilizacji tego stawu i całej obręczy barkowej. Zanik mięśni odwodzących ramię z rotacją zewnętrzną i zaburzenie proporcji tych sił w odniesieniu do pozostałych mięśni obręczy barkowej są częstym skutkiem obrażeń aparatu torebkowo-więzadłowego, niestabilności, uszkodzenia stożka rotatorów, neuropatii nerwów czy też złamań kości ramiennej. Przedstawione sytuacje kliniczne prowadzą lub są skutkiem zaburzeń centrowania i konfliktu głowy kości ramiennej z panewką łopatki, co powoduje dyskinezę piersiowo-łopatkową [14-16]. Dodatkowym czynnikiem, powodującym osłabienie tych mięśni, jest często potrzebne czasowe odciążenie i unieruchomienie kończyny górnej w trakcie leczenia. W praktyce klinicznej potrzebne jest podejmowanie badań w celu tworzenia wyników badań grup kontrolnych osób bez obrażeń okolicy barku, a z drugiej strony w celu opracowania podstaw i metodyki odbudowy siły wybranych grup mięśniowych i propriocepcji w postępowaniu fizjoterapeutycznym opartym na biomechanicznych podstawach naukowych. Należy jednak wspomnieć, że zastosowany sposób pomiaru, polegający na oddziaływaniu na dźwignię pomiarową trzymaną w ręce, czyli poprzez cały łańcuch kinematyczny – aczkolwiek jest on zalecany w instrukcji urządzenia – nie jest dla celów badania wybiórczych grup mięśniowych najlepszym rozwiązaniem, ponieważ angażuje ogniwa pośrednie tego łańcucha. Dzięki wykonaniu pomiarów w pięciu punktach zakresu ruchu (dla obu kierunków) możliwe było opisanie krzywej: moment siły-kąt wielomianami drugiego stopnia. Dopasowanie jednak w jednym wypadku, to jest dla grupy mięśni przywodzących prawe ramię, było względnie małe ($R^2 = 0,823$). Przyczyna tego może leżeć w małej liczebności badanych osób oraz małej liczbie punktów pomia-

$$R^2 = 0,823, SD = 4,719 P = 0,1767,$$

For left limb adduction:

$$Y = 63,174 + (0,306 * X) + (-0,004 * X^2),$$

$$R^2 = 0,36, SD = 3,259 P = 0,0642.$$

The average values for right limb and the course of polynomial of torque-angle curve in the joint are presented in Fig. 1.

Applying the polynomial in order to describe the curve: torque- angle in the joint for abduction position, the significant almost linear drop ping tendency down to 0° can be observed. However, for right limb the overestimation of the first measurement can be observed and underestimation of the measurement at 45° angle. For abductor muscles the maximal angular value was at 45° with dropping tendency in both direction.

The relation between arm abductors torque and arm adductors depends on the angular position. The appropriate indicator (rate) abduction/ adduction for right limb but calculated for approximate values by polynomials, presented in Table 4.

That way calculated indicator shows that group of abductor muscles is stronger than group of adductors at angular position of 0° and at 120°. In other indirect (intermediate) positions adductors muscles have advantage of torque over the abductors. It should be emphasized that apart from angular position of 0° in other ones the difference is slight. According to that it is better to tell about the advantage of one muscle group over the other one, in particular that the number of cases is relatively small.

Summary and findings

The research on torque of upper limbs in frontal plane is not popular but the muscles have significant participation along with other muscle groups in keeping the stabilization of that joint and the whole shoulder girdle. Muscular atrophy of arm abductors with external rotation and dis-regulation of those torques proportion in relation to other shoulder girdle muscles is frequent result of injuries of capsular-ligamentous apparatus, instability, injuries of cone of rotators, nerves neuropathy or also fractures of humeral bone. Presented clinical situations lead to or are the result of dis-regulations of focusing and the conflict between head of humeral bone and shoulder blade socket which causes the petronal- scapular dyskinesia [14-16]. The additional factor which causes the weakening of those muscles is very often required lightening and immobilization of upper limb during the treatment. It is necessary in clinical practice to undertake the researches in order to create the result of control groups of patients without the injuries in shoulder area and on the other hand to elaborate the foundations and methodology of strength recovery of particular muscle groups and proprioception in physiotherapeutic treatment based on biomechanical scientific principles. It should be mentioned that applied method of measurement which involves the impact on measurement lever kept in hands so via kinematic chain, however, it is suggested in the manual of the device – it is not the best solution for purpose of researching the selected muscle groups as it involves the indirect links of that chain. Thank to conducting the measurements at five different points of movement range (for both directions) it was possible to definite the curve with: torque-angle polynomial of the second order. However, the conditioning (adjustment) in one case, which is for arm adductors muscle group, was relatively ($R^2 = 0,823$). The reason of that fact can be found in small number of examined patients an small number of measurement points. That is

rowych. Dlatego też niniejsze doniesienie traktujemy jako wstępne, które wymaga dalszych badań.

Wnioski

1. Najwyższe wartości momentów sił dla mięśni odwodzących osiągnięto przy kącie 0°, a dla mięśni przywodzących ramię przy kącie 45°.
2. Grupa mięśni odwodzących jest silniejsza od przywodzących w pozycji kątowej 0° i nieznacznie przy 120°. W pozycjach pośrednich w niewielkim stopniu grupa mięśni przywodzących jest silniejsza od odwodzących.
3. Rozszerzenie niniejszych wstępnych badań o większy materiał może posłużyć jako punkt odniesienia do oceny postępów fizjoterapii w obrażeniach i chorobach obręczy barkowej mężczyzn w badanym przedziale wieku.

why the herein communication we consider as preliminary which requires further research.

Conclusions

1. The highest values of arm abductors torque was obtained at 0° angle and for arm adductors muscles at 45°.
2. Abductor muscles group is stronger than adductor muscle at angular position of 0° and slightly of 120°. In intermediate positions in slight degree the group of adductors muscles is stronger than abductors.
3. Expanding the herein preliminary researches with wider material could be used as referring point as evaluating the progress of rehabilitation treatment in injuries and illnesses of men shoulder girdle at examined age range.

Piśmiennictwo References

- [1] Widuchowski J., Franiel J. *Artroskopia barku*. Ortopedia Traumatologia Rehabilitacja, 2003, 5, 413-420.
- [2] 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.
- [3] Dziak A., Tayara S. H. *Bolesny bark*. Kasper, Kraków 1998.
- [4] Donatelli R. A. *Physical therapy of the shoulder*. Churchill Livingstone 2004.
- [5] Dziak A., Tayara S. H. *Urazy i uszkodzenia w sporcie*. Kasper, Kraków 2000.
- [6] Czamara A. *Program fizjoterapii po zwichnięciach przednich stawu ramiennego*. Medicina Sportiva, 2003, 7, suppl. 2, 139-150
- [7] Kim S. H. i in. *Accelerated rehabilitation after arthroscopic bank art repair for selected cases: a prospective randomized clinical study*. Arthroscopy, 2003, 19, 7, 722-731.
- [8] Kulig K., Andrews J. G., Hay J. G. *Human strength curves*. Exercise and Sport Science Reviews, 1984, 12, 417-466.
- [9] Bober T., Hay J. G. *Topografia siły mięśni kończyn człowieka*. Wychowanie Fizyczne i Sport, 1990, 34, 3-23.
- [10] Czamara A., Szafranec R., Tomaszewski W. *Zależność siły mięśni rotujących ramię od wartości kąta odwiedzenia ramienia*. Ortopedia Traumatologia Rehabilitacja, 2005, 3, 310-316.
- [11] Stefańska M. *Charakterystyka siłowa mięśni kończyny górnej studentów wychowania fizycznego*. Wychowanie Fizyczne i Sport, 2004, 4, 325-329.
- [12] Stefańska M. *Force-angle and force-time characteristics of human upper extremity muscles*. Biology of Sport, 2006, 4, 389-399.
- [13] Szafranec R., Tomaszewski W., Czamara A. *Analiza zależności siły mięśni rotujących ramię od kąta odwiedzenia ramienia u sportowców*. Medicina Sportiva, 2005, 4, 278-284.
- [14] Petersom L., Renstrom R. *Sports injuries – their prevention and treatment*. 3-ed. Martin Dunitz Ltd., 2001.
- [15] Warner J. J. P., Micheli L. J., Arsenian L. i in. *Scapulothoracic motion in normal shoulders and shoulders with glenohumeral instability and impingement syndrome*. Clin. Orthop., 1992, 285, 191-192.
- [16] Kibler W. B. *The role of the scapula in the over-head throwing motion*. Contemp. Orthop., 22, 525-532.

**Adres do korespondencji:
Address for correspondence:**

a.czamara@wsf.wroc.pl

**Wpłynęło/Submitted: V 2008
Zatwierdzono/Accepted: VI 2008**