

# Postawa ciała a czynność mięśni tułowia kobiet po leczeniu raka piersi

## Body Posture and Trunk Muscle Activity in Women Following Treatment of Breast Cancer

Justyna Hanuszkiewicz<sup>(A,B,C,D,E,F)</sup>, Iwona Malicka<sup>(A,B,C,D,E,F)</sup>, Małgorzata Stefańska<sup>(B,C,D)</sup>,  
Katarzyna Barczyk<sup>(B,D)</sup>, Marek Woźniewski<sup>(E,F)</sup>

Wydział Fizjoterapii, Akademia Wychowania Fizycznego, Wrocław  
Physiotherapy Department, University of Physical Education, Wrocław

### STRESZCZENIE

**Wstęp.** Leczenie raka piersi może powodować nieprawidłowe ukształtowanie krzywizn przednio-tylnych kręgosłupa, co w konsekwencji prowadzi do zaburzeń czynnościowych mięśni tułowia. Celem pracy było określenie zależności pomiędzy czynnością mięśni tułowia a typem postawy ciała kobiet leczonych z powodu raka piersi.

**Materiał i metody.** 50 kobiet po leczeniu raka piersi. Średni wiek badanych wyniósł 61 lata ( $\pm 8,67$ ), średnia wysokość ciała 157,5 cm ( $\pm 5,49$ ) i średnia masa ciała 74 kg ( $\pm 13,10$ ). U 84% badanych przeprowadzono zmodyfikowaną radykalną mastektomię, natomiast u 16% – zabieg oszczędzający. Średni czas od zabiegu chirurgicznego wyniósł 6,4 roku ( $\pm 5,15$ ). Dodatkowo 90% kobiet zostało poddanych leczeniu uzupełniającemu. U wszystkich badanych wykonano pomiar parametrów siłowo-prędkościowych mięśni zginaczy i prostowników tułowia przy prędkościach kątowych ruchu 60°/s i 120°/s na stanowisku do badań izokinetycznych oraz fotogrametryczną ocenę krzywizn przednio-tylnych kręgosłupa. Na podstawie wielkości wskaźnika kompensacji ( $\mu$ ) badaną grupę podzielono na 3 podgrupy postawy ciała: kifotyczną (K), lordotyczną (L) i równoważną (R).

**Wyniki.** 40% (20 kobiet) badanych cechowała postawa równoważna – o jednakowo zaznaczonych krzywiznach piersiowej i lędźwiowej, 30% (15 kobiet) kifotyczna – o przewadze krzywizny kifotycznej nad lordotyczną, natomiast 30% lordotyczna (15 kobiet) – o przewadze krzywizny lordotycznej nad kifotyczną. Kobiety o lordotycznej postawie ciała osiągnęły najwyższe wartości korelacji pomiędzy czynnością mięśni tułowia przy obciążeniu 60°/s i 120°/s a postawą ciała w płaszczyźnie strzałkowej, z kolei znikome korelacje odnotowano w przypadku grupy kobiet o równoważnej sylwetce.

**Wnioski.** 1. Największe zaangażowanie mięśni tułowia wykazano w przypadku postawy lordotycznej. 2. Postawa równoważna nie wykazała związków czynności mięśni i parametrów charakteryzujących tę postawę.

**Słowa kluczowe:** rak piersi, dynamometria czynnościowa, postawa ciała, tułów

### SUMMARY

**Background.** Treatment of breast cancer can lead to abnormally shaped anteroposterior spinal curvatures, which consequently leads to functional disturbances of trunk muscles. The aim of the paper was to investigate the correlation between trunk muscle function and type of body posture in women receiving treatment for breast cancer.

**Material and methods.** Fifty women following treatment of breast cancer were included in the study. The average age of the women was 61 years ( $\pm 8.67$ ), average body height was 157.5 cm ( $\pm 5.49$ ) and average body weight was 74 kg ( $\pm 13.10$ ). 84% of the women underwent a modified radical mastectomy, while 16% underwent a breast-sparing procedure. The average time since surgery was 6.4 years ( $\pm 5.15$ ). Additionally 90% of women were subjected to adjuvant treatment. The force and velocity parameters of the flexor and extensor muscles of trunk were assessed in all participants at angular velocities of 60°/s and 120°/s in an isokinetic examination unit. A photogrammetric evaluation of the anteroposterior curvatures of the spine was also carried out. On the basis of the value of a compensation index ( $\mu$ ), the participants were divided into three body posture subgroups: kyphotic (K), lordotic (L) and balanced (R).

**Results.** 40% of the women (20 patients) demonstrated a balanced body posture with equal thoracic and lumbar curvatures, 30% (15 patients) demonstrated a kyphotic body posture with a dominance of the kyphotic curvature over the lordotic one, and another 30% (15 patients) demonstrated a dominance of the lordotic over kyphotic curvature. Women with a lordotic body posture had the highest correlation between the activity of trunk muscles at loads of 60°/s and 120°/s and body posture in the sagittal plane. Minimal correlation, in turn, was observed in the women with a balanced body posture.

**Conclusions.** 1. The most marked involvement of trunk muscles was observed in women with a lordotic body posture. 2. Women with a balanced posture did not show any correlation between muscle activity and the parameters characterizing this posture.

**Key words:** breast cancer, functional dynamometry, body posture, trunk

## WSTĘP

Pomimo postępu nauki w zakresie leczenia raka piersi nie udało się współczesnej medycynie uniknąć ubocznych skutków leczenia przeciwnowotworowego. Schorzenie wykrywa się w coraz wcześniejszym stadium zaawansowania, co prowadzi do wydłużenia czasu przeżycia, ale i zwiększenia liczby kobiet z różnymi dolegliwościami związanymi ze sposobem leczenia. U kobiet po leczeniu raka piersi mogą pojawiać się zaburzenia czynności układu ruchu, oddechowego, krążenia i nerwowego [1-3].

Najczęstszym zaburzeniem czynności układu ruchu po leczeniu raka piersi są dysfunkcje stawu ramiennego po stronie operowanej, które jednak nie mają charakteru lokalnego i nie ograniczają się jedynie do tego stawu. Staw ramienny jest bowiem częścią łańcucha biokinematycznego i wszelkie jego przeciążenia uruchamiają zmiany w sąsiadujących ogniwach. Może dochodzić do zaburzenia statyki i dynamiki tułowia, które prowadzą do nieprawidłowej postawy ciała [4-6].

Najczęściej zaburzeniom ulega symetria ustawienia barków, łopatek i trójkątów talii, pojawiają się pogłębienie kifozy piersiowej i czynnościowe skrzywienie boczne kręgosłupa. Usunięcie piersi, zaburzając rozkład ciężaru ciała i statykę tułowia, prowadzi do zniekształcenia klatki piersiowej i powoduje dolegliwości charakterystyczne dla typowych „bólów pleców”, co w konsekwencji prowadzi do zmian czynności mięśni tułowia [1,3-9]. Analiza czynnościowa mięśni tułowia kobiet po leczeniu raka piersi wykazała, że u kobiet nie uczestniczących w gimnastyce usprawniającej deficyt funkcjonalny mięśni tułowia wyniósł przy 60°/s dla szczytowego momentu siły 57% możliwości kobiet zdrowych dla mięśni prostowników i 49% dla mięśni zginaczy. W przypadku analizy całkowitej pracy wartości kształtowały się następująco: 49% dla mięśni prostowników oraz 37% dla mięśni zginaczy [4].

Dodatkowo zmniejszenie aktywności ruchowej i obniżenie zdolności wysiłkowej, jakie dość często występuje po leczeniu nowotworów złośliwych, może powodować wzrost masy ciała. W konsekwencji nasileniu mogą ulec dolegliwości bólowe kręgosłupa, które z kolei mogą prowadzić do dalszych zmian: zaprzestania ćwiczeń ruchowych i kolejnego pogłębienia niekorzystnych zmian w obrębie kręgosłupa wynikających z akinezy [10-12]. Zadaniem fizjoterapii jest przerwanie tego „błędneho koła”.

Czynność mięśni tułowia może ulegać zmianie wraz z nieprawidłowościami krzywizn przednio-tylnych kręgosłupa. Zmiany ich czynności mogą prowadzić do pogłębienia się wadliwej postawy [13].

## BACKGROUND

Despite scientific progress in treating breast cancer, contemporary medicine has not managed to eliminate the side effects of cancer treatment. The condition is now detected at an earlier stage than before, which has prolonged survival but has also increased the percentage of women reporting various ailments related to the treatment method. Following breast cancer treatment women may present with dysfunctions of the musculoskeletal, respiratory, cardiovascular and nervous systems [1-3].

The most common functional disorder of the musculoskeletal system following breast cancer treatment is dysfunction of the humeral joint on the operated side. Such dysfunctions are actually neither local nor restricted to the joint as the humeral joint is part of a biokinematic chain which means that overloading this joint leads to changes in the neighbouring links of the chain. Static and dynamic disorders of the trunk may occur and lead to inappropriate body postures [4-6].

The most frequently observed disorders include asymmetry of the shoulders, scapulae and waist triangles as well as accentuated thoracic kyphosis and functional scoliosis. By impairing body weight distribution and statics of the trunk, mastectomy leads to chest deformity and causes ailments characteristic of the typical “back pain” syndrome, which consequently induces changes in trunk muscle activity [1,3-9]. An analysis of trunk muscle function in women following breast cancer therapy revealed that women who had not attended a rehabilitation programme demonstrated a functional deficit of trunk muscles. At 60°/s peak torque, the deficit of extensors and flexors amounted to 57% and 49% respectively of the capabilities of healthy women. In total work analysis, the values for extensors and flexors were 49% and 37% respectively.

Additionally, reduced motor activity and impaired exercise tolerance, which occur fairly often following cancer treatment, may lead to a body weight increase. As a consequence, back pain may become more severe, which, in turn, may lead to further changes – abandoning the exercise programme and even greater progression of unfavourable changes within the spine as a result of restricted movements [10-12]. Physiotherapy aims to stop this vicious circle.

Trunk muscle function may change with the development of abnormal anteroposterior curvatures of the spine. Altered muscle function may lead to accentuation of an abnormal body posture [13]. Despite suggestions of a correlation between trunk muscle function and body posture, existing scientific reports

Pomimo sugerowanych zależności pomiędzy czynnością mięśni tułowia i postawą ciała dotychczasowe doniesienia naukowe w grupie kobiet po leczeniu raka piersi sprowadzają się do wyłącznej oceny czynności mięśni lub postawy ciała, niemniej jednak brak jest analiz uwzględniających związki zmian czynności mięśni tułowia ze zmianami postawy ciała, co może mieć istotne znaczenie dla zwiększenia efektywności i przyspieszenia rehabilitacji kobiet po leczeniu raka piersi.

Założono, że w wyniku leczenia raka piersi dochodzi do zmiany warunków pracy mięśni tułowia, które w konsekwencji prowadzą do zaburzeń postawy ciała.

Celem pracy była ocena związków pomiędzy typem postawy ciała a czynnością mięśni w płaszczyźnie strzałkowej kobiet leczonych z powodu raka piersi.

## MATERIAŁ I METODY

Badania zostały przeprowadzone w Akademii Wychowania Fizycznego we Wrocławiu i objęły grupę 50 kobiet po leczeniu raka piersi. Średni wiek badanych kobiet wyniósł 61 lata ( $\pm 8,67$ ), średnia wysokość ciała 157,5 cm ( $\pm 5,49$ ) i średnia masa ciała 74 kg ( $\pm 13,10$ ). U 84% badanych przeprowadzono zmodyfikowaną radykalną mastektomię, natomiast u 16% – zabieg oszczędzający. Amputacja pojedyncza została wykonana u 94% badanych kobiet, u pozostałych 6% badanych przeprowadzono amputację obustronną. Średni czas od zabiegu chirurgicznego wyniósł 6,4 roku ( $\pm 5,15$ ). Dodatkowo 90% kobiet zostało poddanych leczeniu uzupełniającemu w formie radioterapii (38%), chemioterapii (56%) i hormonoterapii (68%).

94% badanych kobiet regularnie uczestniczyło w gimnastyce ogólnie usprawniającej od zakończenia leczenia onkologicznego.

U wszystkich badanych wykonano fotogrametryczną ocenę krzywizn przednio-tylnych kręgosłupa. Polega ona na wykonaniu kamerą wideo komputerowej fotografii, a dzięki specjalnemu systemowi optycznemu komputer wyznacza trójwymiarowy obraz pleców. Zasadniczym celem badania jest uzyskanie obiektywnego, miarodajnego oraz udokumentowanego obrazu krzywizn kręgosłupa ciała pacjenta. Badanie jest całkowicie nieszkodliwe i nieinwazyjne, dlatego może być wielokrotnie powtarzane, dając możliwość dokładnego i ciągłego monitorowania stanu zdrowia, a także postępów prowadzonego usprawniania.

W pracy szczegółowej analizie poddano parametry oceniające postawę ciała w płaszczyźnie strzałkowej uwzględniając wyniki badania czynnościowego oceniającego mięśnie zginacze i prostowniki tułowia:

- kąt ALFA – nachylenie odcinka lędźwiowo-krzyżowego;

on women following breast cancer therapy have been limited to the assessment of muscle activity or body posture. At the same time, there are no studies accounting for the relation between changes in trunk muscle function and body posture, although this relation may be of significant importance for increasing the effectiveness of and accelerating rehabilitation of women following breast cancer therapy.

It has been assumed that breast cancer therapy induces changes in trunk muscle activity which, consequently, lead to body posture disturbances.

The aim of the paper was to investigate the correlation between the type of body posture and trunk muscle function in the sagittal plane in women receiving treatment for breast cancer.

## MATERIAL AND METHODS

The study was carried out at the University of Physical Education in Wrocław and involved a group of 50 women after breast cancer therapy. The average age of the women was 61 years ( $\pm 8.67$ ), average body height was 157.5 cm ( $\pm 5.49$ ) and average body weight was 74 kg ( $\pm 13.10$ ). 84% of the women underwent a modified radical mastectomy, and 16% underwent a breast-sparing procedure. 94% of the women underwent unilateral amputations, whereas the remaining 6% of women had a bilateral amputation. The average time since surgery was 6.4 years ( $\pm 5.15$ ). Additionally 90% of women were subjected to adjuvant treatment in the form of radiation therapy (38%), chemotherapy (56%) and hormone therapy (68%).

After completing their oncological treatment, 94% of women regularly attended general fitness exercises.

All patients underwent a photogrammetric evaluation of the anteroposterior curvatures of the spine. The technique involves taking a computed photograph with a video camera which is used by a special optical system to produce a 3D image of the back. The examination essentially serves to obtain an objective, reliable and documented image of the patient's spinal curvatures. The procedure is entirely harmless and non-invasive; thus, it can be frequently repeated, affording an opportunity to monitor the patient's state of health and the progress made during the rehabilitation programme in a continuous and accurate manner.

The paper presents a detailed analysis of parameters of body posture in the sagittal plane while also accounting for the results of examinations of trunk flexor and extensor function:

- kąt BETA – nachylenie odcinka piersiowo – lędźwiowego;
- kąt GAMMA – nachylenie odcinka piersiowego – górnego;
- MI – wskaźnik kompensacji ( $MI = KKP - KLL$ );
- DKP – położenie szczytu kifozy piersiowej liczone od wyrostka kolczystego – C7 (długość C7 – KP);
- KKP – długość kifozy piersiowej ( $KKP = 180 - (BETA + GAMMA)$ );
- RKP – rzeczywista długość kifozy piersiowej mierzona od wyrostka kolczystego – C7 do punktu przejścia kifozy piersiowej w lordozę lędźwiową kręgosłupa – PL;
- DLL – położenie szczytu lordozy lędźwiowej, liczona od wyrostka kolczystego pierwszego kręgu krzyżowego – S1 do lordozy lędźwiowej LL;
- KLL – długość lordozy lędźwiowej ( $KLL = 180 - (ALFA + BETA)$ );
- RLL – rzeczywista wysokość lordozy liczona pomiędzy wyrostkiem kolczystym pierwszego kręgu krzyżowego – S1 a punktem przejścia kifozy piersiowej w lordozę lędźwiową kręgosłupa – PL.
- GKP – głębokość od kifozy piersiowej – KP do punktu przejścia kifozy piersiowej w lordozę lędźwiową kręgosłupa – PL;
- GLL – głębokość od kifozy piersiowej – KP do lordozy lędźwiowej – LL;

Na podstawie wielkości wskaźnika kompensacji ( $\mu$ ) (wyliczonego w oparciu o różnicę wielkości kątów określających pochylenie odpowiednich odcinków kręgosłupa dla płaszczyzny strzałkowej) określono typ postawy ciała:

- kifotyczny (K) – gdy wskaźnik kompensacji:  $\mu > 3^\circ$ ;
- równoważny (R) – gdy wskaźnik kompensacji:  $(-3^\circ) \leq \mu \leq 3^\circ$ ;
- lordotyczny (L) – gdy wskaźnik kompensacji:  $\mu < (-3^\circ)$  [14].

Natomiast pomiaru parametrów siłowo-prędkościowych mięśni zginaczy i prostowników tułowia dokonano na stanowisku do badań izokinetycznych Biodex System 3 Multi Joint, przy ustalonych prędkościach kątowych ruchu  $60^\circ/s$  i  $120^\circ/s$ .

Badana osoba została umieszczona w pozycji półstojącej w fotelu, w taki sposób, aby oś obrotu stawu i dynamometru pokrywały się. Punkt obrotu wyznaczono na wysokości odcinka L5-S1. Celem wyizolowania ruchu pozycja została ustabilizowana poprzez pasy oraz odpowiednią regulację, dostosowaną do potrzeb osoby badanej.

Dla wszystkich badanych został ustawiony taki sam zakres ruchu prostowania i zginania tułowia w granicach  $70^\circ$  ( $20^\circ$  – wyprost;  $50^\circ$  – zgięcie). Warunek ten musi być spełniony, by można było porów-

- ALFA – angle of lumbosacral inclination;
- BETA – angle of thoracolumbar inclination;
- GAMMA – angle of upper thoracic inclination;
- MI – Compensation index ( $MI = KKP - KLL$ );
- DKP – peak of thoracic kyphosis relative to the C7 spinous process (C7 length – KP);
- KKP – length of thoracic kyphosis ( $KKP = 180 - (BETA + GAMMA)$ );
- RKP actual real length of thoracic kyphosis measured from the C7 spinous process to the point of transition between thoracic kyphosis and lumbar lordosis (PL);
- DLL – peak of lumbar lordosis, measured from the spinous process to the first sacral vertebra (S1) to the lumbar lordosis (LL);
- KLL – length of lumbar lordosis ( $KLL = 180 - (ALFA + BETA)$ );
- RLL – actual height of lordosis measured from the spinous process of the first sacral vertebra (S1) and the point of transition between thoracic kyphosis and lumbar lordosis (PL);
- GKP – a depth parameter measured from the thoracic kyphosis (KP) to the point of transition between thoracic kyphosis and lumbar lordosis (PL);
- GLL – a depth parameter measured from the thoracic kyphosis (KP) to the lumbar lordosis (LL);

On the basis of the value of a compensation index ( $\mu$ ) (calculated as the difference between the values of inclination angles of particular segments of the spine in the sagittal plane), the following body posture types were determined:

- Kyphotic (K) – for  $\mu > 3^\circ$ ;
- Balanced (R) – for  $(-3^\circ) \leq \mu \leq 3^\circ$ ;
- Lordotic (L) - for  $\mu < (-3^\circ)$  [14].

The force and velocity parameters of the flexor and extensor muscles of trunk were assessed in a Biodex System 3 Multi Joint isokinetic examination unit at angular velocities of  $60^\circ/s$  and  $120^\circ/s$ .

The patient was in a semi-standing position in an armchair, so that the joint rotation axis overlapped with the dynamometer's axis. The point of rotation was determined at the level of L5-S1. In order to isolate the movement, the patient's position was stabilized with belts and appropriate adjustment tailored to the patient's needs.

The same range of extensor and flexor movements of the trunk was set for all participants ( $70^\circ$ : from  $20^\circ$  extension to  $50^\circ$  flexion). This condition had to be met to enable comparison of all results obtained in the different groups. The range of movements was set so that all the participants could perform the required movements in the pain-free range.

nać wszystkie wyniki uzyskane w badanych grupach. Ustalono go tak, aby wszyscy uczestnicy eksperymentu w takim samym stopniu, bez zgłaszania dolegliwości bólowych mogli wykonać doświadczenie. Zakres ruchu został więc celowo ograniczony, w celu uniknięcia sytuacji stresowych, wynikających ze strachu przed bólem.

Badanie składało się z rozgrzewki (kilka ruchów próbnych) oraz części właściwej, w trakcie której badane osoby zostały poddane dwóm testom o różnym obciążeniu w postaci prędkości kątowej. Uwzględniając jednostkę chorobową, stan zdrowia i wiek badanych, test został przeprowadzony w kolejności od największego do najmniejszego obciążenia. Zarejestrowano pomiary naprzemiennego zgięcia i wyprostu tułowia wykonanego z maksymalną siłą na wybranych prędkościach kątowych (przy prędkości kątowej 60°/s – 5 powtórzeń i przy prędkości kątowej 120°/s – 20 powtórzeń) i w jak najkrótszym czasie. Przerwa pomiędzy poszczególnymi próbami trwała 10 sekund.

Do analizy czynnościowej mięśni kręgosłupa wybrano następujące parametry:

- PEAK TQ/BW (%) – szczytowy moment siły w odniesieniu do masy ciała;
- WRK/BODY WEIGHT (%) – praca całkowita w odniesieniu do masy ciała;
- AVG. POWER (W) – średnia moc (jest to iloczyn szczytowego momentu siły i prędkości kątowej);
- ANGLE OF PEAK (DEG.) – kąt wydajności maksymalnej (mierzy on pozycję kątową odpowiadającą momentowi siły maksymalnej);
- AGON/ANTAG RATIO (%) – stosunek mięśni agonistów do antagonistów (jest to stosunek mięśni zginaczy i prostowników względem siebie).

Otrzymane wyniki poddano analizie statystycznej przy użyciu programu Statistica 6.1.

W celu określenia związków pomiędzy jakością postawy ciała i czynnością mięśni tułowia a wiekiem, cechami somatycznymi i leczeniem onkologicznym przeprowadzono nieparametryczną analizę Spearmana, natomiast przy użyciu korelacji Pearsona przedstawiono zależność pomiędzy czynnością mięśni tułowia przy obciążeniu 60°/s i 120°/s względem typu postawy ciała: K – kifotyczna, L – lordotyczna, R – równoważna.

## WYNIKI

Analiza statystyczna obliczona dla parametrów określających postawę ciała uzyskanych przez całą grupę badanych względem zmiennych: masy ciała, strony operowanej, leczenia radykalnego oraz uzupełniające (radio-, chemo- i hormonoterapii) nie wykazała istotnych statystycznie zależności. Stwierdzo-

Thus, the range of movements was deliberately limited, allowing patients to avoid the stress associated with the fear of pain.

The examination included a warm-up (a few trial movements) and the main part, during which the participants underwent two tests at different loads (angular velocities). With appropriate attention given to the patient's medical condition, state of health and age, the tests were carried out in descending order of load. Measures were recorded of alternating trunk flexion and extension performed with maximum force at selected angular velocities (5 repetitions at the angular velocity of 60°/s, 20 repetitions at 120°/s), and in the shortest possible time. There was a 10-second pause after each attempt.

The following parameters were selected for the analysis of spinal muscle function:

- PEAK TQ/BW (%) – peak torque relative to body weight;
- WRK/BODY WEIGHT (%) – total work relative to body weight;
- AVG. POWER (W) – average power (peak torque multiplied by angular velocity);
- ANGLE OF PEAK (DEG.) – peak efficiency angle (to measure the angular position corresponding to peak torque);
- AGON/ANTAG RATIO (%) – agonist and antagonist muscle ratio (flexor and extensor muscle ratio).

The results were analysed using Statistica 6.1 software.

Nonparametric Spearman's analysis was carried out to determine correlations between the quality of body posture, trunk muscle activity and age as well as somatic features and oncological treatment. Pearson correlation was used to present the relationship of trunk muscle function at 60°/s and 120°/s to body posture types (K – kyphotic, L – lordotic, and R – balanced).

## RESULTS

The statistical analysis of correlation of the body posture parameters for the study group did not reveal statistically significant results for the following variables: body weight, operated side, radical and adjuvant treatments (radiation, chemo- and hormone therapy). Statistically significant relationships were

no istotny związek w przypadku wieku, wysokości ciała oraz czasu od zabiegu. Szczegółową charakterystykę uzyskanych wyników przedstawia Tabela 1.

Analiza pomiędzy parametrami siłowo-prędkościowymi mięśni tułowia a leczeniem uzupełniającym nie wykazała istotnych statystycznie zależności. Z kolei związek wykazano pomiędzy czynnością mięśni a masą ciała, wzrostem, stroną operowaną badanych kobiet oraz nieliczne korelacje w odniesieniu do wieku, czasu od zabiegu oraz leczenia radykalnego (Tabela 2).

Na podstawie różnicy wielkości kątów określających pochylenie odpowiednich odcinków kręgosłupa dla płaszczyzny strzałkowej obliczono wskaźnik kompensacji  $\mu$ , określający typ postawy ciała. 40% (20 kobiet) badanych cechowała postawa równoważna – o jednakowo zaznaczonych krzywiznach piersiowej i lędźwiowej, 30% (15 kobiet) kifotyczna – o przewadze krzywizny kifotycznej nad lordotyczną, natomiast 30% lordotyczna (15 kobiet) – o przewadze krzywizny lordotycznej nad kifotyczną.

Korelacje uzyskane w obrębie lordotycznej postawy ciała i czynności mięśni tułowia wyróżniały się bardzo wysokim poziomem współzależności, gdzie wartość współczynnika Pearsona  $r > 0,7$ .

Najwyższą ujemną wartość współczynnika Pearsona dotyczyła rzeczywistej długości kifozy piersiowej (RKP) i pracy całkowitej w odniesieniu do masy ciała (WRK/BODY WEIGHT) dla zgięcia przy prędko-

revealed with regard to age, height and time since surgery. A detailed description of the results is presented in Table 1.

The analysis failed to reveal a correlation between the force and velocity parameters of trunk muscles and adjuvant treatment. At the same time, there were statistically significant correlations between trunk muscle function and body weight, height, operated side with some isolated correlations with regard to age, time since surgery and radical treatment (Table 2).

Differences between inclination angle values of particular segments of the spine in the sagittal plane were used to calculate a compensation index ( $\mu$ ) of the body posture type. 40% of the women (20 patients) demonstrated a balanced body posture with equal thoracic and lumbar curvatures, 30% (15 patients) demonstrated a kyphotic body posture with a dominance of the kyphotic curvature over the lordotic one, and another 30% (15 patients) demonstrated a dominance of the lordotic over kyphotic curvature.

The correlation between lordotic body posture and trunk muscle functions was very high, with a Pearson correlation coefficient  $r > 0,7$ .

The highest negative value of Pearson's coefficient was calculated for the actual length of thoracic kyphosis (RKP) and total work relative to body weight (WRK/BODY WEIGHT) for flexion at 60°/s. It was also the highest value of correlation across all body posture types.

Tab. 1. Wartości współczynnika korelacji parametrów postawy ciała z danymi antropometrycznymi i dotyczącymi leczenia raka piersi ( $p < 0,5$ )

Tab 1. Coefficient of correlation between body posture parameters, anthropometric data and parameters of breast cancer treatment ( $p < 0.5$ )

POSTAWA CIAŁA BODY POSTURE	Wiek/ Age	Masa ciała/ Body weight	Wysokość ciała/ Height	Czas od zabiegu/ Time since surgery	Strona operowana/ Operated side	Leczenie radykalne/ Radical therapy	Radioterapia/ Radiation therapy	Chemioterapia/ Chemotherapy	Hormonoterapia/ Hormone therapy
ALFA	<b>-0.29</b>	0.25	-0.01	-0.20	-0.03	-0.22	0.13	0.17	0.07
BETA	-0.24	-0.02	0.11	-0.06	-0.01	-0.06	-0.01	0.19	-0.07
GAMMA	0.20	-0.02	-0.21	0.24	0.01	-0.01	0.06	-0.03	-0.20
MI	<b>0.34</b>	-0.12	-0.17	<b>0.28</b>	0.02	0.16	-0.08	-0.22	-0.15
DKP	-0.07	0.17	-0.05	-0.02	-0.07	0.08	0.06	0.11	-0.06
KKP	0.00	-0.01	0.02	-0.11	0.02	0.05	-0.03	-0.04	0.18
RKP	<b>-0.40</b>	0.17	<b>0.30</b>	-0.05	0.04	0.08	0.00	0.18	0.18
GKP	-0.21	0.02	0.24	0.01	-0.01	-0.04	-0.03	0.10	-0.08
DLL	<b>0.30</b>	0.02	0.21	0.04	-0.01	0.02	-0.13	-0.21	0.06
KLL	<b>0.36</b>	-0.25	-0.08	0.21	0.05	0.18	-0.10	-0.24	-0.08
RLL	-0.01	0.10	<b>0.55</b>	0.01	0.16	0.05	-0.15	-0.14	0.11
GLL	<b>-0.40</b>	0.05	0.25	-0.12	0.04	-0.07	0.00	0.24	-0.02

E – mięśnie prostowniki, F – mięśnie zginacze/E – extensor muscles, F – flexor muscles

60,120 – prędkość kątowna (°/s)/ 60, 120 – angular velocity (°/s)

Wyniki istotne statystycznie zostały pogrubione/Statistically significant correlations are bolded

Tab. 2. Wartości współczynnika korelacji parametrów czynności mięśni z danymi antropometrycznymi i dotyczącymi leczenia raka piersi ( $p < 0,5$ )

Tab 2. Coefficients of correlation between muscle activity parameters, anthropometric data and parameters of breast cancer treatment ( $p < 0.5$ )

CZYNNOSĆ MIĘŚNI MUSCLE ACTIVITY		Wiek/ Age	Masa ciała/ Body weight	Wysokość ciała/ Height	Czas od zabiegu/ Time since surgery	Strona operowana/ Operated side	Leczenie radykalne/ Radical therapy	Radioterapia/ Radiation therapy	Chemioterapia/ Chemotherapy	Hormonoterapia/ Hormone therapy
PEAK TQ/BW (%)	E 60	-0.17	-0.20	0.24	0.08	-0.12	-0.10	-0.04	0.10	-0.16
	F 60	-0.17	<b>-0.40</b>	0.02	0.00	-0.10	-0.10	0.18	0.18	0.03
	E 120	-0.03	-0.25	0.05	0.10	<b>-0.34</b>	-0.10	-0.04	0.05	0.05
	F 120	0.01	<b>-0.42</b>	-0.05	0.15	-0.14	-0.16	0.17	0.11	-0.17
WRK/BODY WEIGHT (%)	E 60	-0.27	-0.05	<b>0.31</b>	0.00	0.00	-0.12	0.03	0.22	-0.11
	F 60	-0.26	-0.19	0.18	-0.09	-0.19	-0.09	0.12	0.20	-0.08
	E 120	-0.15	-0.12	0.23	0.12	<b>-0.28</b>	-0.09	-0.04	0.07	-0.24
	F 120	-0.09	-0.13	0.05	0.21	<b>-0.30</b>	-0.03	0.10	0.14	-0.11
AVG. POWER (W)	E 60	-0.23	0.22	<b>0.40</b>	0.03	-0.17	-0.10	0.03	0.14	0.05
	F 60	<b>-0.29</b>	0.22	<b>0.43</b>	-0.07	-0.25	-0.12	0.17	0.27	0.12
	E 120	-0.18	0.04	<b>0.29</b>	0.12	<b>-0.30</b>	-0.05	-0.05	0.03	-0.15
	F 120	-0.12	0.07	0.20	0.13	<b>-0.38</b>	-0.01	0.06	0.11	-0.10
ANGLE OF PEAK (DEG.)	E 60	-0.13	0.05	0.16	0.04	-0.12	0.09	-0.13	0.14	-0.02
	F 60	0.19	<b>-0.42</b>	-0.15	-0.01	0.27	-0.14	0.09	0.05	-0.20
	E 120	0.05	0.04	0.01	-0.10	0.05	<b>0.33</b>	-0.22	-0.17	0.23
	F 120	0.06	0.06	<b>0.36</b>	<b>-0.29</b>	-0.20	<b>-0.30</b>	0.10	0.01	0.05
AGON/ANTAG RATIO (%)	60	0.05	-0.20	-0.22	-0.06	0.02	-0.05	0.21	-0.02	0.17
	120	0.00	-0.20	-0.12	0.00	<b>0.38</b>	-0.05	0.24	0.07	0.08

E – mięśnie prostowniki, F – mięśnie zginacze/E – extensor muscles, F – flexor muscles  
60,120 – prędkość kątowna (°/s)/ 60, 120 – angular velocity (°/s)

Wyniki istotne statystycznie zostały pogrubione/Statistically significant correlations are bolded

ści 60°/s, była to także najwyższa uzyskana wartość korelacji w obrębie wszystkich typów postawy ciała.

Na podobnie wysokim poziomie odnotowano współzależność pomiędzy tymi samymi parametrami: rzeczywistą długością kifozy piersiowej (RKP) i pracą całkowitą w odniesieniu do masy ciała (WRK/BODY WEIGHT) dla zgięcia, ale przy prędkości 120°/s.

Z kolei najwyższą wartość dodatnią korelacji zaobserwowano dla wskaźnika kompensacji (MI) i kąta wydajności maksymalnej (ANGLE OF PEAK) dla zgięcia przy prędkości 60°/s (Tabela 3).

Z kolei grupa kobiet o kifotycznej postawie ciała charakteryzowała się współzależnościami, gdzie w większości przypadków dominował znaczny stopień korelacji (współczynnik korelacji Pearsona  $r > 0,5$ ).

Najsilniejsze ujemne korelacje uzyskano pomiędzy rzeczywistą długością kifozy piersiowej (RKP) a kątem wydajności maksymalnej (ANGLE OF PEAK) dla zgięcia przy prędkości 60°/s.

Z kolei najwyższa zaobserwowana dodatnia wartość współczynnika Pearsona występowała pomiędzy położeniem szczytu lordozy lędźwiowej (DLL) a kątem wydajności maksymalnej (ANGLE OF PEAK) dla zgięcia przy prędkości 60°/s. Na tym samym

Similarly high correlations were obtained for the same parameters, ie. the actual length of thoracic kyphosis (RKP) and total work relative to body weight (WRK/ BODY WEIGHT) for flexion at the velocity of 120°/s.

At the same time, the highest positive correlation was obtained for the compensation index (MI) and the peak efficiency angle (ANGLE OF PEAK) for flexion at the velocity of 60°/s (Table 3).

The group of women with a kyphotic body posture was characterized by high levels of correlation for most comparisons (Pearson correlation coefficient  $r > 0.5$ ).

The strongest negative correlations were obtained between the actual length of thoracic kyphosis and peak efficiency angle (ANGLE OF PEAK) for flexion at 60°/s.

The highest positive value of Pearson's coefficient was observed between the peak of lumbar lordosis (DLL) and the peak efficiency angle (ANGLE OF PEAK) for flexion at 60°/s. The same level of correlation occurred between the peak of thoracic kyphosis (DKP) and average power (AVG. POWER) for flexion at 60°/s (Table 4).

Tab. 3. Wartości współczynnika korelacji parametrów czynności mięśni tułowia i postawy ciała u kobiet z postawą lordotyczną (p<0,5)

Tab 3. Coefficients of correlation between parameters of trunk muscle activity and body posture in women with a lordotic body posture (p<0.5)

CZYNNOŚĆ MIĘŚNI MUSCLE ACTIVITY		PARAMETRY POSTAWY CIAŁA BODY POSTURE PARAMETERS											
		ALFA	BETA	GAM MA	MI	DKP	KKP	RKP	DLL	KLL	RLL	GKP	GLL
PEAK TQ/BW (%)	E 60	-0.04	-0.14	0.00	0.07	-0.45	0.09	-0.48	-0.02	0.11	-0.03	-0.07	-0.12
	F 60	-0.13	-0.21	-0.07	0.13	<b>-0.56</b>	0.16	<b>-0.58</b>	0.19	0.21	0.14	-0.09	-0.12
	F 120	0.20	-0.14	0.12	-0.16	-0.19	0.02	-0.31	-0.17	-0.03	-0.24	-0.17	-0.14
WRK/BODY WEIGHT (%)	E 60	0.21	-0.18	0.25	0.04	-0.33	-0.03	-0.50	-0.11	-0.01	-0.23	-0.17	-0.14
	E 60	-0.04	-0.27	-0.05	-0.01	<b>-0.52</b>	0.19	<b>-0.62</b>	0.11	0.19	0.01	-0.13	-0.22
	F 60	-0.07	-0.28	-0.20	-0.23	<b>-0.66</b>	0.27	<b>-0.78</b>	0.27	0.21	0.13	0.27	0.28
AVG. POWER (W)	E 120	0.13	-0.11	0.14	0.02	-0.26	-0.02	-0.34	-0.03	-0.01	-0.10	-0.11	-0.18
	F 120	0.20	-0.29	0.09	-0.24	-0.47	0.13	<b>-0.72</b>	0.16	0.06	-0.09	-0.35	-0.37
	E 60	-0.02	-0.24	-0.09	-0.13	-0.37	0.19	<b>-0.53</b>	0.17	0.16	0.00	-0.15	-0.26
ANGLE OF PEAK (DEG.)	F 60	-0.06	-0.12	-0.21	-0.28	<b>-0.56</b>	0.19	<b>-0.59</b>	0.32	0.11	0.25	-0.16	-0.22
	E 120	0.16	-0.06	0.16	-0.02	-0.20	-0.05	-0.27	-0.03	-0.06	-0.08	-0.09	-0.10
	F 120	0.23	-0.19	0.11	-0.25	-0.43	0.05	<b>-0.62</b>	0.16	-0.02	-0.03	-0.23	-0.27
AGON/ ANTAG RATIO (%)	E 60	-0.26	-0.23	-0.29	-0.01	-0.17	0.29	-0.22	0.40	0.29	0.28	-0.18	-0.29
	F 60	0.20	0.30	0.49	<b>0.53</b>	0.20	-0.45	0.21	-0.16	-0.30	-0.13	-0.01	-0.09
	E 120	-0.40	-0.21	-0.30	0.25	0.03	0.28	0.12	0.18	0.36	0.22	-0.05	-0.07
AGON/ ANTAG RATIO (%)	F 120	-0.12	-0.32	-0.23	-0.18	0.49	0.32	0.25	0.36	0.27	0.06	-0.13	-0.18
	60	-0.14	-0.04	-0.09	0.13	-0.06	0.07	-0.03	0.19	0.11	0.18	-0.01	-0.22
AGON/ ANTAG RATIO (%)	120	-0.02	0.07	0.18	0.37	-0.32	-0.14	-0.26	0.02	-0.04	0.08	0.14	0.14

E – mięśnie prostowniki, F – mięśnie zginacze/E – extensor muscles, F – flexor muscles

60,120 – prędkość kątowna (°/s)/ 60, 120 – angular velocity (°/s)

Wyniki istotne statystycznie zostały pogrubione/Statistically significant correlations are bolded

Tab. 4. Wartości współczynnika korelacji parametrów czynności mięśni tułowia i postawy ciała u kobiet z postawą kifotyczną. (p<0,5)

Tab 4. Coefficients of correlation between parameters of trunk muscle activity and body posture in women with a kyphotic body posture (p<0.5)

CZYNNOŚĆ MIĘŚNI MUSCLE ACTIVITY		PARAMETRY POSTAWY CIAŁA BODY POSTURE PARAMETERS											
		ALFA	BETA	GAM MA	MI	DKP	KKP	RKP	DLL	KLL	RLL	GKP	GLL
PEAK TQ/BW (%)	E 60	-0.27	0.32	0.00	0.22	-0.11	-0.21	0.25	-0.17	-0.12	0.13	0.40	0.27
	F 60	-0.33	0.22	-0.25	0.01	-0.15	-0.01	0.09	-0.08	-0.01	0.12	0.31	0.27
	E 120	-0.45	0.35	-0.01	0.35	-0.05	-0.22	0.35	-0.20	-0.06	0.14	0.48	0.39
WRK/BODY WEIGHT (%)	F 120	<b>-0.56</b>	0.24	-0.11	0.34	-0.11	-0.10	0.08	-0.04	0.10	0.12	0.32	0.20
	E 60	-0.25	0.16	0.01	0.21	0.18	-0.11	0.41	-0.19	0.00	0.00	-0.17	-0.06
	F 60	-0.16	0.22	-0.07	0.06	0.08	-0.11	0.36	-0.24	-0.10	-0.02	-0.20	-0.36
AVG. POWER (W)	E 120	-0.45	0.28	0.03	0.39	0.14	-0.19	0.46	-0.19	0.01	0.10	-0.01	-0.03
	F 120	<b>-0.52</b>	0.26	-0.07	0.34	0.11	-0.13	0.28	-0.19	0.05	-0.07	-0.21	-0.32
	E 60	-0.06	-0.04	0.12	0.17	0.33	-0.04	0.37	0.01	0.06	0.07	0.21	0.22
ANGLE OF PEAK (DEG.)	F 60	-0.03	-0.01	0.18	0.21	<b>0.54</b>	-0.09	0.44	-0.02	0.02	-0.09	0.31	0.33
	E 120	-0.31	0.14	0.07	0.32	0.20	-0.13	0.42	-0.04	0.04	0.18	0.38	0.30
	F 120	-0.42	0.18	0.07	0.40	0.34	-0.15	0.41	-0.14	0.07	-0.08	0.34	0.23
AGON/ ANTAG RATIO (%)	E 60	0.39	-0.08	0.34	0.04	0.26	-0.12	0.10	-0.32	-0.14	<b>-0.52</b>	-0.02	-0.02
	F 60	-0.14	-0.20	-0.10	0.01	-0.39	0.18	<b>-0.59</b>	<b>0.54</b>	0.24	0.42	0.01	-0.02
	E 120	0.25	0.00	0.17	-0.03	-0.13	-0.09	-0.15	0.15	-0.14	0.15	0.23	0.15
AGON/ ANTAG RATIO (%)	F 120	-0.05	-0.15	0.25	0.29	0.01	-0.03	-0.35	0.20	0.15	-0.12	0.25	0.14
	60	0.05	-0.42	-0.45	-0.49	-0.08	<b>0.50</b>	-0.41	0.31	0.33	0.05	-0.43	-0.41
AGON/ ANTAG RATIO (%)	120	-0.09	-0.38	-0.28	-0.21	-0.18	0.39	<b>-0.56</b>	<b>0.51</b>	0.37	0.23	-0.44	<b>-0.51</b>

E – mięśnie prostowniki, F – mięśnie zginacze/E – extensor muscles, F – flexor muscles

60,120 – prędkość kątowna (°/s)/ 60, 120 – angular velocity (°/s)

Wyniki istotne statystycznie zostały pogrubione/Statistically significant correlations are bolded



Tab. 5. Wartości współczynnika korelacji parametrów czynności mięśni tułowia i postawy ciała u kobiet z postawą równoważną ( $p < 0,5$ )

Tab 5. Coefficients of correlation between parameters of trunk muscle activity and body posture in women with a balanced body posture ( $p < 0.5$ )

CZYNNOSĆ MIĘŚNI MUSCLE ACTIVITY		PARAMETRY POSTAWY CIAŁA BODY POSTURE PARAMETERS											
		ALFA	BETA	GAM MA	MI	DKP	KKP	RKP	DLL	KLL	RLL	GKP	GLL
PEAK TQ/BW (%)	E 60	-0.13	-0.27	-0.19	-0.06	-0.05	0.29	0.26	-0.30	0.24	0.00	-0.05	0.00
	F 60	-0.15	-0.01	-0.08	0.19	0.06	0.05	0.12	-0.34	0.10	-0.36	-0.06	0.01
	E 120	-0.38	-0.43	-0.43	0.02	-0.03	<b>0.53</b>	-0.02	0.05	0.49	0.07	-0.26	-0.23
	F 120	-0.28	-0.20	-0.25	0.14	0.05	0.28	0.02	-0.09	0.28	-0.15	-0.17	-0.15
WRK/BODY WEIGHT (%)	E 60	-0.09	-0.19	-0.14	-0.05	-0.11	0.21	0.26	-0.39	0.17	-0.03	0.12	0.19
	F 60	-0.03	-0.12	0.03	0.12	0.13	0.06	0.23	-0.27	0.09	-0.24	0.10	0.16
	E 120	-0.09	-0.24	-0.23	-0.20	-0.07	0.29	0.11	-0.07	0.20	0.12	0.16	0.22
	F 120	-0.08	-0.34	-0.01	0.14	0.40	0.24	0.37	-0.10	0.26	-0.21	0.03	0.05
AVG. POWER (W)	E 60	-0.11	-0.19	-0.12	0.02	-0.11	0.20	0.23	-0.32	0.18	0.02	0.02	0.07
	F 60	-0.03	-0.14	0.09	0.20	0.16	0.05	0.31	-0.25	0.10	-0.16	-0.09	-0.06
	E 120	-0.15	-0.19	-0.24	-0.10	-0.11	0.26	0.06	-0.01	0.20	0.22	-0.06	-0.03
	F 120	-0.01	-0.33	0.07	0.14	0.42	0.19	0.36	0.07	0.21	-0.03	-0.29	-0.25
ANGLE OF PEAK (DEG.)	E 60	-0.15	-0.03	-0.22	-0.08	-0.01	0.14	0.39	-0.40	0.11	-0.03	0.02	0.05
	F 60	0.06	0.28	-0.05	-0.20	0.00	-0.16	-0.13	0.00	-0.21	-0.15	-0.07	-0.06
	E 120	0.18	0.26	0.18	-0.04	0.27	-0.28	0.43	-0.24	-0.26	-0.15	0.00	0.00
	F 120	0.00	0.11	0.03	0.05	-0.12	-0.09	-0.18	-0.22	-0.07	-0.34	-0.26	-0.26
AGON/ ANTAG RATIO (%)	60	-0.01	0.24	0.01	0.04	-0.06	-0.17	-0.30	0.02	-0.14	-0.25	0.01	0.02
	120	0.11	0.38	0.18	0.09	0.07	-0.36	0.06	-0.04	-0.30	-0.08	0.21	0.20

E – mięśnie prostowniki, F – mięśnie zginacze/E – extensor muscles, F – flexor muscles

60,120 – prędkość kątowna (°/s)/ 60, 120 – angular velocity (°/s)

Wyniki istotne statystycznie zostały pogrubione/Statistically significant correlations are bolded

poziomie odnotowano korelację pomiędzy położeniem szczytu kifozy liczoną (DKP) a średnią mocą (AVG. POWER) dla zgięcia przy prędkości 60°/s (Tabela 4).

Natomiast w obrębie grupy o równoważnym typie postawy ciała obserwowane korelacje były znikome (Tabela 5).

## DYSKUSJA

Dotychczasowe badania wykazały, że leczenie raka piersi u kobiet jest przyczyną zaburzeń postawy ciała i czynności mięśni tułowia. Postawa ciała u kobiet po mastektomii stanowiła przedmiot licznych badań [1,7,8,9,15]. Zmiany posturalne zachodzą bezpośrednio po zabiegu, następnie do trzech lat po zabiegu postawa stabilizuje się, ma na to niewątpliwie wpływ udział w ćwiczeniach usprawniających [5, 15]. Jednak z upływem czasu sylwetka kobiet po mastektomii zmienia się i charakteryzuje się postacią kifotyczną [5]. Prawdopodobnie jest to wynik pogarszania się postawy związany z wiekiem, procesem starzenia się tkanek oraz zmian w narządzie ruchu, a mastektomia może dodatkowo nasilić ten proces, co potwierdzają także uzyskane w badaniach własnych istotne statystycznie współzależności zachodzące pomiędzy postawą ciała a wiekiem badanych kobiet (Tabela 1). U kobiet zdrowych w okresie oko-

Minimal correlations, in turn, were observed in the women with a balanced body posture (Table 5).

## DISCUSSION

Previous studies have shown that treatment for breast cancer in women leads to disturbances in body posture and trunk muscle activity. Body posture in post-mastectomy women has been the subject matter of numerous studies [1,7,8,9,15]. Postural differences occur immediately after a mastectomy procedure. This is followed by postural stabilisation over up to three years after the surgery, which is undoubtedly influenced by participation in rehabilitation programmes [5,15]. However, with time the silhouette of post-mastectomy women changes and a kyphotic body posture can be seen [5]. This is probably caused by body posture deterioration related to age, tissue aging and changes in the musculoskeletal system which may become intensified after mastectomy. This is also confirmed by a statistically significant correlation between body posture and age revealed in the present study (Table 1). The body posture of

łomenopauzalnym stwierdza się pogorszenie postawy ciała [16,17,18]. W badaniach uwzględniających metodę fotogrametrii komputerowej stwierdza się wielkość kąta gamma w granicach  $16,5 (\pm 3,8) - 17,0 (\pm 3,5)$  [19]. W badaniach własnych kąt ten, świadczący o wielkości pochylenia górnego odcinka piersiowego kręgosłupa wynosił  $19,42 (\pm 4,8)$ , co świadczy o głębszej kifozie piersiowej u kobiet po leczeniu raka piersi w porównaniu z kobietami zdrowymi.

Oceny dysfunkcji ruchowych kręgosłupa kobiet po amputacji piersi podjął się Śliwiński [6]. W przeprowadzonych badaniach wykazał, że głównym problemem kobiet po mastektomii obok dysfunkcji kończyny górnej są zaburzenia w obrębie tułowia, które w konsekwencji prowadzą także do nieprawidłowej postawy zaznaczonej zarówno w płaszczyźnie czołowej, jak i strzałkowej. Pogłębienie kifozy piersiowej ma wpływ na powstawanie zaburzeń czynnościowych środkowego odcinka kręgosłupa.

Przeprowadzone badania oceniające wielkość zaburzeń czynności mięśni tułowia kobiet po leczeniu raka piersi wykazały deficyt w granicach 50% szczytowego momentu siły i pracy mięśni zginaczy i prostowników tułowia w porównaniu z kobietami zdrowymi [4]. Jednocześnie potwierdzono, iż zastosowanie prostych ćwiczeń ogólnie usprawniających w sali gimnastycznej lub w wodzie może prowadzić do zwiększenia sprawności tych mięśni i normalizacji postawy ciała, co wynika z czynnościowego charakteru zmian [1,5,15,20].

Analiza istniejących współzależności pomiędzy typem postawy ciała i czynnością mięśni tułowia w badaniach własnych wykazała istnienie szczególnie silnych korelacji w obrębie grupy kobiet o lordotycznej sylwetce (Tabela 3). Korelacje te występowały dla czynności mięśni ocenianych zarówno przy prędkości  $60^\circ/s$ , jak i  $120^\circ/s$ , jednak przy niższej prędkości, która daje większe obciążenie dla organizmu, a zarazem opisuje zdolności siłowe badanych osób, obserwowane zależności były silniejsze.

W obrębie grupy kobiet o kifotycznej postawie ciała uzyskane korelacje nie były tak wysokie, jak w przypadku wcześniej opisanej grupy, ale istotne statystycznie współzależności osiągnęły poziom  $r > 0,5$  (Tabela 4).

Postawa kifotyczna związana jest z osłabieniem mięśni brzucha i przykurczeniem mięśni: prostowników stawu biodrowego i mięśni piersiowych oraz wydłużeniem mięśni zginaczy stawu biodrowego i prostownika grzbietu (głównie odcinka piersiowego). W konsekwencji tych zmian lordoza lędźwiowa zmniejsza się aż do jej kifotycznego ustawienia [21]. Patologiczne zmniejszenie lordozy lędźwiowej i rozciągnięcie części piersiowej mięśnia prostownika

healthy perimenopausal women is known to deteriorate [16, 17, 18]. Computed photogrammetry studies reveal GAMMA angles between  $16.5 (\pm 3.8)$  and  $17.0 (\pm 3.5)$  [19]. In the present study, the GAMMA angle, or the angle of upper thoracic spine inclination, was  $19.42 (\pm 4.8)$ , showing accentuated thoracic kyphosis in women following breast cancer treatment as compared to healthy women.

Śliwiński assessed motor spinal dysfunctions in women after mastectomy [6]. His study showed that, along with upper limb impairment, post-mastectomy women suffer from trunk dysfunctions which, consequently, lead to inappropriate body posture in both the frontal and sagittal planes. Accentuated thoracic kyphosis influences the development of functional disturbances of central spine.

Studies evaluating the severity of trunk muscle dysfunction in women following breast cancer treatment demonstrate a 50% deficit in peak torque as well as in flexor and extensor work when compared to healthy women [4]. At the same time, it has been confirmed that simple gym or water rehabilitation exercises may improve the function of these muscles and lead to normalisation of body posture, which results from the functional character of these changes [1,5,15,20].

Analysis of correlations between body posture type and trunk muscle function in the present study revealed particularly marked correlations within the group of women with a lordotic body posture (Table 3). While such correlations occurred both at  $60^\circ/s$  and  $120^\circ/s$  velocities, they were even more marked at lower velocities, which are more strenuous for the body and reflect the strength capabilities of the patient.

In the group of women with a kyphotic posture, the correlations were not as high as in the above group, but statistically significant correlations reached levels above  $r > 0.5$  (Table 4).

A kyphotic posture is associated with the weakening of abdominal muscles, contractures of the hip extensors and pectoral muscles and lengthening of the hip flexors and the erector spinae (mostly in the thoracic segment). As a consequence, lumbar lordosis decreases until a kyphotic curve appears [21]. The pathological reduction in lumbar lordosis and stretching of the thoracic erector spinae contribute to decreasing muscle flexibility and endurance, owing to which the muscle demonstrates impaired tensing ability. This might explain why the lowest values of force and velocity parameters for erector spinae muscles were registered in women with a kyphotic body posture.

The finding of the poorest trunk flexor activity in this group compared to the remaining postural types

grzbietu wpływa na zmniejszenie elastyczności i wytrzymałości mięśniowej, a tym samym mięsień wykazuje mniejszą zdolność do rozwijania napięcia. Może to tłumaczyć uzyskanie najniższych wartości liczbowych parametrów siłowo – prędkościowych dla mięśni prostowników tułowia w grupie kobiet o kifotycznej postawie ciała.

Z kolei najsłabszą czynność mięśni zginaczy tułowia w tej grupie badanych w zestawieniu z pozostałymi grupami: lordotyczną i równoważną można wytłumaczyć wzmożonym oddziaływaniem zmian związanych z zabiegiem operacyjnym oraz leczeniem uzupełniającym, które bezpośrednio ingerują w okolice klatki piersiowej i mięśnie piersiowe: mniejszy i większy. Kręgosłup jako podstawowy element narządu ruchu stanowi jedną nierozdzielalną całość, porównywalną do łańcucha kinematycznego. Dlatego też każda zmiana anatomiczna i czynnościowa w jednym odcinku powoduje zmianę czynności i rozwój zniekształceń w pozostałych odcinkach kręgosłupa, jak i w całym narządzie ruchu [22]. Z tego względu przykurcz w obrębie mięśni piersiowych może prowadzić do osłabienia siły mięśni utrzymujących postawę, a z czasem do zmniejszenia się też tzw. wytrzymałości mięśniowej. W badaniach własnych nie stwierdzono jednak istotnych statystycznie różnic w postawie ciała i czynności mięśni tułowia zależnych od leczenia radykalnego i uzupełniającego (radio-, chemo- i hormonoterapii). W przypadku kobiet leczonych z powodu raka piersi większe znaczenie odegrał więc prawdopodobnie pooperacyjny ból, protrakcyjne odruchowe ustawienie barku po stronie operowanej i pojawiający się często „Half women complex”, który może prowadzić do nawykowego garbienia się na tle psychogennym, wynikającym z maskowania ubytku piersi.

Natomiast w obrębie grupy kobiet o równoważnej postawie ciała obserwowane współzależności nie były zarówno tak liczne i wysokie w porównaniu do grup kifotycznej oraz lordotycznej (Tabela 5).

Ponadto analiza uzyskanych wyników nie potwierdziła tendencji kobiet po mastektomii do przyjmowania kifotycznej sylwetki. Rozkład liczebności w poszczególnych typach postawy ciała okazał się bardzo zbliżony. Przyczyną uzyskanych wyników może być jednak fakt, że aż 94% badanych kobiet regularnie uczestniczyło w gimnastyce ogólnie usprawniającej, co prawdopodobnie doprowadziło do wzmocnienia gorsetu mięśniowego i zapobiegło powstaniu wad postawy. W badaniach Skolimowskiej wykazano zróżnicowaną wartość kąta pochylenia górnego odcinka piersiowego od 14,78 ( $\pm 4,78$ ) u kobiet regularnie uczestniczących w rehabilitacji ambulatoryjnej oraz sanatoryjnej do 17,17 ( $\pm 4,83$ ) u kobiet nie

(lordotic and balanced) could, in turn, be explained by the intensified effect of changes brought about by the surgery and adjuvant treatment as they directly interfere in the thoracic area and the lesser and greater pectoral muscles. The basic component of the locomotor system, the spine constitutes an integral, uninterrupted whole that is comparable to a kinematic chain. Therefore, any anatomic or functional change in one spinal segment causes functional changes and developmental deformities in the remaining segments of the spine as well as in the entire musculoskeletal system [22]. For this reason, a pectoral muscle contracture may lead to weakening of the muscles responsible for body posture and, with time, to decreased muscle endurance. The present study did not reveal statistically significant differences in body posture or trunk muscle activity that would be correlated with radical surgery or adjuvant treatment (radiation therapy, chemotherapy and hormone therapy). Hence, more important in the women treated for breast cancer were, probably, postoperative pain, reflex shoulder protraction on the operated side and the rather common “half woman complex”, leading to habitual psychogenic stooping in an attempt to conceal the breast defect.

In the group of women with a balanced body posture, the correlations were neither numerous nor strong in comparison to the kyphotic and lordotic groups (Table 5).

Additionally, the analysis did not confirm that post-mastectomy women tended to assume a kyphotic body posture. The numbers of patients in the different body posture types turned out to be very similar. However, these findings may be due to the fact that as many as 94% of the women regularly attended general fitness exercises which led to strengthening the muscular girdle and prevented the development of faulty postures. Skolimowska showed that upper thoracic spine inclination varied from 14.78 ( $\pm 4.78$ ) in women regularly attending outpatient or sanatorium rehabilitation to 17.17 ( $\pm 4.83$ ) in women not taking part in any rehabilitation programme. Similar observations are noted by Rostkowska et al. The depth of thoracic kyphosis in post-mastectomy women who attended rehabilitation was less (7.8 mm) than in healthy women (11.6 mm) [5,15].

It is believed that body posture changes as well as trunk muscle activity have an underlying functional cause and may be reversed by exercise [5,15,20], which is probably the result of statistically significant correlations between changes in trunk muscle function and abnormalities of anteroposterior spinal curvatures in women following breast cancer therapy.

biorących udziału w rehabilitacji. Podobne spostrzeżenia znajdują się w pracy Rostkowskiej i wsp. Głębokość kifozy piersiowej u kobiet po mastektomii uczestniczących w regularnych ćwiczeniach była istotnie płytsza (7,8 mm) w porównaniu z kobietami zdrowymi (11,6 mm) [5,15].

Uważa się, iż zarówno zmiany postawy ciała, jak i czynności mięśni tułowia mają podłoże czynnościowe i są odwracalne pod wpływem ćwiczeń [5,15, 20], co prawdopodobnie jest wynikiem istotnych statystycznie związków zachodzących pomiędzy zmianami czynności mięśni tułowia i nieprawidłowościami krzywizn przednio-tylnych kręgosłupa kobiet leczonych z powodu raka piersi.

### WNIOSKI

1. Największe zaangażowanie mięśni tułowia u kobiet po leczeniu raka piersi wykazano w przypadku postawy lordotycznej.
2. Postawa równoważna nie wykazała związków czynności mięśni i parametrów charakteryzujących tę postawę.

### CONCLUSIONS

1. The most marked involvement of trunk muscles following breast cancer treatment was observed in women with a lordotic body posture.
2. Women with a balanced posture did not show any correlation between muscle activity and the parameters characterizing this posture.

### PIŚMIENNICTWO / REFERENCES

1. Bąk M. Postawa ciała w płaszczyźnie strzałkowej kobiet po mastektomii aktywnie uczestniczących w rehabilitacji ruchowej. *Fizjoterapia* 2008; 16(4): 35-43.
2. Nyka W, Skokowski J. W sprawie przyczyn ograniczenia ruchomości w stawie barkowym po mastektomii. *Fizjoterapia* 1999; 7(1): 45-8.
3. Schneider CM, Hsieh CC, Sprod LK, Carter SD, Harward R. Cancer treatment-induced alterations in muscular fitness and quality of life: the role of exercise training. *Annals of Oncology* 2007; 18(12): 1957 – 62.
4. Malicka I. Moment–angular velocity characteristics of trunk muscles in women following mastectomy. *Isokinetic and Exercise Science* 2004; 12(2): 127-33.
5. Skolimowska B. Wpływ ćwiczeń ruchowych na postawę ciała kobiet leczonych z powodu raka piersi. *Fizjoterapia* 2005; 13(1): 18-28.
6. Śliwiński Z. Ocena dysfunkcji ruchowych kręgosłupa u kobiet po amputacji piersi. *Fizjoterapia* 1996; 4(3): 29-33.
7. Bąk M, Rostkowska E. Wpływ stosowania protezy piersi podczas snu na postawę ciała kobiet po mastektomii. *Fizjoterapia* 2000; 8(4): 11-5.
8. Dobosz J, Malicka I, Woźniewski M, Skolimowski T, Barczyk K, Skolimowska B. Asymetria postawy ciała i czynności kręgosłupa u kobiet po mastektomii. *Fizjoterapia* 1998; 6(3): 36-9.
9. Malicka I, Woźniewski M, Skolimowska B, Chwałczyńska A. Postawa ciała i ruchomość kręgosłupa u kobiet w podeszłym wieku po mastektomii. *Fizjoterapia* 2001; 9(2): 28-30.
10. Bayramoglu M, Akman MN, Kilinc S, Cetin N, Yavuz N, Ozker R. Isokinetic measurement of trunk muscle strength in women with chronic low-back pain. *Am J Phys Med Rehabil* 2001; 80(9): 650-5.
11. Hulens M, Vansant G, Lysens R, Claessens AL, Muls E. Assessment of isokinetic muscle strength in women who are obese. *J Orthop Phys Ther* 2002; 32(7): 347-56.
12. Lee JH, Hoshino Y, Nakamura K, Kariyan Y, Saita K, Ito K. Trunk muscle weakness as a risk factor for low back pain. A 5 year prospective study. *Spine* 1999; 24(1): 54-7.
13. Skrzek A, Anwajler J, Mraz M, Woźniewski M, Skolimowski T. Evaluation of force–speed parameters of the trunk muscles in idiopathic scoliosis. *Isokinetic and Exercise Science* 2003; 11(4): 197-203.
14. Zeyland–Malawka E. Klasyfikacja i ocena postawy ciała w modyfikacji metody Wolańskiego i Nowojorskiego Testu Klasyfikacyjnego. *Fizjoterapia* 1999; 7(4): 52-5.
15. Rostkowska E, Bąk M, Samborski W. Body posture in women after mastectomy and its changes as result of rehabilitation. *Adv Med Sci* 2006; 51: 287-97.
16. Ensrud E, Black D, Harris F, Ettinger B, Cummings SR. Correlates of kyphosis in older women. *JAGS* 1997; 45(6): 682-7.
17. Ettinger B, Black DM, Palermo L, Nevitt MC, Melnikoff S, Cummings SR. Kyphosis in older women and its relation to back pain, disability and osteopenia: the study of osteoporotic fractures. *Osteoporos Int* 1994; 4(1): 55-60.
18. Ryan S, Fried L. The impact of kyphosis on daily functioning. *JAGS* 1997; 45(12): 1479-86.
19. Ostrowska B. The shape of anterior–posterior spinal curvature in post-menopausal women with osteoporosis. *Ortop Traumatol Rehabil* 2006; 8(5): 537-42.

20. Malicka I, Matyszcak J, Vavric B, Zakrawacz M, Pawłowska K, Chwałczyńska A, Hawro R. Czynność mięśni tułowia kobiet usprawnianych w środowisku wodnym po leczeniu raka piersi. *Fizjoterapia Polska* 2008; 8(2): 153-60.
21. Woźniewski M. Biomechanika wad postawy ciała człowieka w płaszczyźnie strzałkowej. W: Śliwa W, red. Powstawanie wad postawy ciała, ich ocena i postępowanie korekcyjne. Wrocław: POSMED; 1993, str. 98-107.
22. Będziński R. Wybrane elementy biomechaniki kręgosłupa. W: Śliwa W, red. Powstawanie wad postawy ciała, ich ocena i postępowanie korekcyjne. Wrocław: POSMED; 1993, str. 47-72.

---

**Liczba słów/Word count:** 6627

**Tabele/Tables:** 5

**Ryciny/Figures:** 0

**Piśmiennictwo/References:** 22

*Adres do korespondencji / Address for correspondence*

*dr Justyna Hanuszkiewicz*

*Wydział Fizjoterapii AWF, Wrocław – P4, e-mail: justyna.hanuszkiewicz@awf.wroc.pl  
51-612 Wrocław, Al. I. J. Paderewskiego 35, tel./fax: (71) 347-35-22*

*Otrzymano / Received*

*06.06.2010 r.*

*Zaakceptowano / Accepted*

*17.09.2010 r.*

