

**Zaangażowanie Autorów**

- A – Przygotowanie projektu badawczego  
B – Zbieranie danych  
C – Analiza statystyczna  
D – Interpretacja danych  
E – Przygotowanie manuskryptu  
F – Opracowanie piśmiennictwa  
G – Pozyskanie funduszy

**Author's Contribution**

- A – Study Design  
B – Data Collection  
C – Statistical Analysis  
D – Data Interpretation  
E – Manuscript Preparation  
F – Literature Search  
G – Funds Collection

**Marek Pieniążek<sup>1,3(A,D,E)</sup>, Wiesław Chwała<sup>2(B)</sup>,  
Jakub Szczechowicz<sup>1(C,D,F)</sup>, Maria Pelczar-Pieniążek<sup>3(A,D,E)</sup>**

<sup>1</sup> Zakład Kinezyterapii, Katedra Fizjoterapii AWF, Kraków

<sup>1</sup> Division of Kinesitherapy, Department of Physiotherapy, University of Physical Education, Kraków

<sup>2</sup> Zakład Biomechaniki, Katedra Antropomotoryki AWF, Kraków

<sup>2</sup> Division of Biomechanics, Department of Human Kinematics, University of Physical Education, Kraków

<sup>3</sup> Małopolskie Centrum Rehabilitacji Ręki, WSS im. L. Rydygiera, Kraków

<sup>3</sup> Małopolska Region Centre for Rehabilitation of the Hand, Ludwik Rydygier Regional Specialised Hospital, Kraków

**Poziom ruchomości w stawach kończyny górnej podczas wykonywania czynności życia codziennego w świetle badań z wykorzystaniem systemu trójwymiarowej analizy ruchu – doniesienie wstępne**

*Upper limb joint mobility ranges during activities of daily living determined by three-dimensional motion analysis – preliminary report*

**Słowa kluczowe:** aktywność codzienna, dynamiczne parametry ruchu, analiza komputerowa  
**Key words:** daily activities, dynamic parameters of movement, computer analysis

## STRESZCZENIE

**Wstęp.** Analiza programu terapii ręki stosowanego w różnych ośrodkach pokazuje, iż znaczna jego część jest ukierunkowana na odbudowę zakresu ruchów w jego maksymalnym wymiarze, chociaż podstawowe czynności życia codziennego nie wymagają pełnej ruchomości stawów. Niniejsza praca jest efektem naszych badań, które zainicjowaliśmy w roku 2003. Jej celem jest przedstawienie wyników badania zakresów ruchów w stawach kończyny górnej – włączając zarówno stawy proksymalne, jak i stawy ręki – podczas wybranych czynności życia codziennego.

**Materia i metody.** Przebadano praworęcznych studentów kierunku fizjoterapii. Do badań wykorzystano system trójwymiarowej analizy ruchu (Vicon), umożliwiającą równoczesną, trójplaszczynową rejestrację ruchów. Badania przeprowadzono w Pracowni Biokinetyki Zakładu Biomechaniki Akademii Wychowania Fizycznego w Krakowie. Przestrzenna rejestracja ruchów była przeprowadzona podczas trzech czynności życia codziennego, w których kończyna górna bierze udział w decydującym zakresie. Eksperyment naukowy obejmował naturalne ruchy wykonywane podczas czynności czesania, zapinania suwaka oraz podejmowania telefonu. Do analizy wyników badań wykorzystaliśmy wartości zmian kątowych w stawach rejestrowane równocześnie w trzech płaszczyznach ruchu.

**Wyniki.** Wyniki badań wykazały, iż zakres ruchów w analizowanych stawach podczas wykonywania wybranych czynności życia codziennego nigdy nie osiąga wartości maksymalnych i oscyluje najczęściej w pobliżu połowy maksymalnej ruchomości.

**Wnioski.** W czynnościach życia codziennego ruchomość stawów kończyny górnej wykorzystywana jest w ograniczonym wymiarze. System trójwymiarowej analizy ruchu jest użytecznym narzędziem do monitorowania i oceny tego zjawiska, a wyniki tych badań winny być brane pod uwagę przez terapeutów ręki podczas programowania i realizacji procesu usprawniania.

## SUMMARY

**Background.** Analysis of hand therapy programmes used in various hand therapy centres shows that the programmes primarily aim to restore a maximum range of motion, although basic activities of daily living do not often require full joint mobility. This report of our investigations, which commenced in 2003, presents the results of an evaluation of the range of motion in the joints of the upper limb, including both proximal and hand joints, during selected daily activities.

**Material and method.** Right-handed students of physical therapy were examined using a three-dimensional motion analysis system in the Biokinetics Laboratory of the Division of Biomechanics at the University of Physical Education in Kraków. Spatial registration of movement focused on three daily activities that primarily involve the upper limb, namely, natural movements associated with combing, closing a zip fastener and answering a telephone call. Angular changes in the joints recorded in three movement planes were used as analysis inputs.

**Results.** The range of motion in the analysed joints during daily activities never reached the respective maximal values, usually centring around the middle point of the ranges.

**Conclusions.** Daily activities require only limited mobility in the upper limb joints. Three-dimensional motion analysis is a useful tool to monitor and assess this phenomenon. The results of such assessments should be taken into account by hand therapists designing and implementing rehabilitation programmes.

Liczba słów/Word count: 4277

Tabele/Tables: 4

Ryciny/Figures: 8

Piśmiennictwo/References: 13

Adres do korespondencji / Address for correspondence

Prof. dr hab. Marek Pieniążek

Zakład Kinezyterapii, Katedra Fizjoterapii Akademii Wychowania Fizycznego

31-371 Kraków, Al. Jana Pawła II 78, paw. III, tel./fax: (0-12) 653-13-89, e-mail: mcrrws@wp.pl

Otrzymano / Received

20.04.2007 r.

Zaakceptowano / Accepted

14.06.2007 r.

## WSTĘP

Jednym z istotnych determinantów wykonywania codziennych czynności o charakterze użytecznym jest między innymi ruchomość w stawach kończyn górnych. Badaniem zakresu ruchów w tym obszarze zajmowało się wielu autorów, m.in. Clarkson [1], Norkin [2], Zembaty [3], Pąchalski [4], Kiwerski [5], Buckup [6], dokonując także unifikacji metodyki badań oraz dokumentacji ich wyników (Russe [7], Szczechowicz [8]). W ostatnich latach pojawiają się publikacje o wynikach badań przeprowadzonych w oparciu o trójwymiarową analizę dynamicznych parametrów kończyny górnej (Chiu [9], Somia [10], Su [11], Rash [12]).

Prowadzona przez fizjoterapeutów diagnostyka funkcjonalna ręki obejmuje różne elementy. Najczęściej bazuje ona na pomiarach zakresów ruchów biernych i czynnych, na dynamometrycznych i klinicznych pomiarach siły, badaniu czucia powierzchownego i głębokiego, na wykorzystaniu różnorodnych testów sprawności ręki, np. Testu Jebsena, Nine Hole Peg Test, Minnesota Rate of Manipulation czy całej gamy testów z grupy Valpar na etapie przygotowania do powrotu do pracy, czyli w tzw. Programie Work Conditioning.

W praktyce fizjoterapii ręki terapeuci w oparciu o wyniki przeprowadzonych badań opracowują indywidualny program usprawniania. Jest on w niektórych przypadkach nadmiernie ukierunkowany na bezwzględne dążenie do uzyskania przyjętych norm np. ruchomości czy siły, choć codzienna aktywność lub czynności zawodowe tego nie wymagają. Takie postępowanie prowadzić może do wydłużenia okresu rehabilitacji zwiększając jej koszty finansowe czy społeczne.

Celem niniejszego opracowania jest przedstawienie metody oraz wyników badań, których zadaniem było określenie zakresu ruchów w stawach kończyn górnych podczas wykonywania wyselekcjonowanych czynności życia codziennego.

## MATERIAŁ I METODY

Badaniami objęto ośmiu praworęcznych studentów kierunku fizjoterapii AWF Kraków, u których w wywiadzie nie stwierdzono żadnych wcześniejszych uszkodzeń urazowych kończyn górnych lub innych przyczyn (np. entezopatii, chorób itp.), które mogłyby mieć wpływ na funkcję proksymalnych lub dystalnych odcinków badanej kończyny. Pomiarów dokonano na kończynie wiodącej w analizowanej czynności.

Badania przeprowadzono w Pracowni Biokinetyki Zakładu Biomechaniki Katedry Antropomotoryki Akademii Wychowania Fizycznego w Krakowie, a pomiarów dokonano u wszystkich badanych w godzinach popołudniowych.

Badania przeprowadzono z wykorzystaniem systemu trójwymiarowej analizy ruchu (Vicon). Na powierzchni skóry przyklejano pokryte folią fluorescencyjną markery. Umieszczano je w osiach stawów i na poszczególnych segmentach tak, aby określić ich płaszczyzny ruchu. Lokalizację markerów ilustruje Ryc. 1 i Ryc. 2.

## BACKGROUND

Upper limb joint mobility is among the essential determinants of the ability to carry out activities of daily living. The range of motion in this region has been studied by numerous authors, including Clarkson [1], Norkin [2], Zembaty [3], Pąchalski [4], Kiwerski [5], Buckup [6], while Russe [7] and Szczechowicz [8] have also unified research methodology and outcome documentation. Recent years have brought papers on the results of studies employing three-dimensional analysis of parameters of upper limb dynamics (Chiu [9], Somia [10], Su [11], Rash [12]).

Physiotherapists assess upper limb function taking into consideration a number of factors. The most popular measurements are the range of passive and active mobility, dynamometric and clinical measures of strength, superficial and deep sensation and various hand ability tests, such as the Jebsen Test of Hand Function, the Nine Hole Peg Test, the Minnesota Rate of Manipulation or an array of Valpar tests during the so-called Work Conditioning Programme, which prepares patients to return to work.

Practical physiotherapy of the hand involves therapists designing customised rehabilitation programmes based on the results of diagnostic work-up. Some programmes put excessive emphasis on achieving established reference values, e.g. for mobility or strength, although this is not necessary for patients' daily and professional activities. Such approaches can prolong rehabilitation, increasing its financial and social costs.

The aim of this paper is to present the method and results of a study designed to determine the range of mobility in the joints of the upper limbs during selected daily activities.

## MATERIAL AND METHODS

The study enrolled eight right-handed students of physiotherapy at Krakow University of Physical Education without history of injury to the upper limbs or other causes (e.g. enthesopathy, disorders) with a potential to affect the function of proximal or distal segments of the limb. The measurements were performed for the limb that was usually used to carry out the activity being analysed.

The recordings were carried out in the Biokinetics Laboratory of the Division of Biomechanics at the Department of Human Kinematics of the University of Physical Education. Measurements were taken in the afternoon.

A three-dimensional motion analysis system (Vicon) was used where markers covered with fluorescent foil were attached to the subjects' skin on joint axes and on individual segments so as to enable determination of their mobility planes. Fig. 1 and Fig. 2 present the location of the markers.

Przemieszczenie przestrzenne markerów podczas badanych czynności rejestrowało równocześnie 5 kamer, które pracując na pograniczu podczerwieni i pasma widzialnego strobowały badanego z częstotliwością 120 Hz. Rejestracji dokonano podczas następujących czynności życia codziennego: 1. Czesanie. 2. Zapinanie suwaka. 3. Podniesienie słuchawki telefonu.

Changes in the position of the markers during the activities were simultaneously registered by five cameras working at the border of the infrared and visible spectrum and strobing the subject at 120 Hz. The following activities of daily living were recorded: 1. combing. 2. closing a zip fastener. 3. answering a telephone call.

## WYNIKI

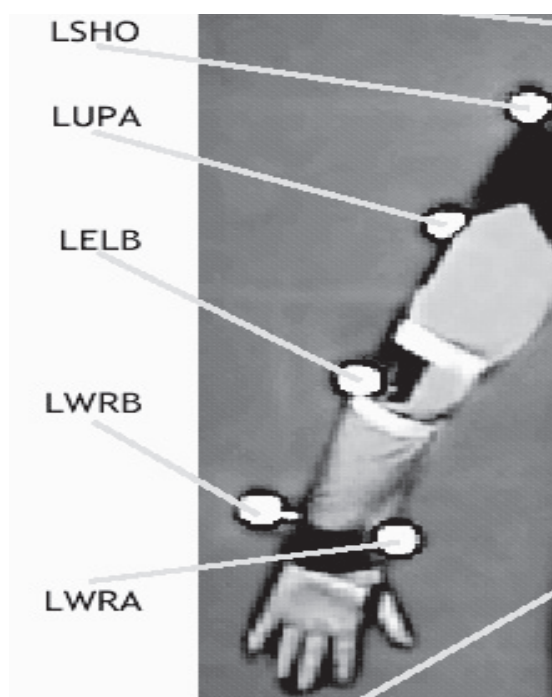
Na podstawie rejestracji maksymalnych wartości poszczególnych ruchów podczas wykonywania analizowanej czynności (Ryc. 3) określono maksymalną ruchomość w danej płaszczyźnie, jaka była osiągnięta podczas pomiaru.

Stabelaryzowane wartości pomiarów posłużyły do obliczenia wartości średnich arytmetycznych poszczegół-

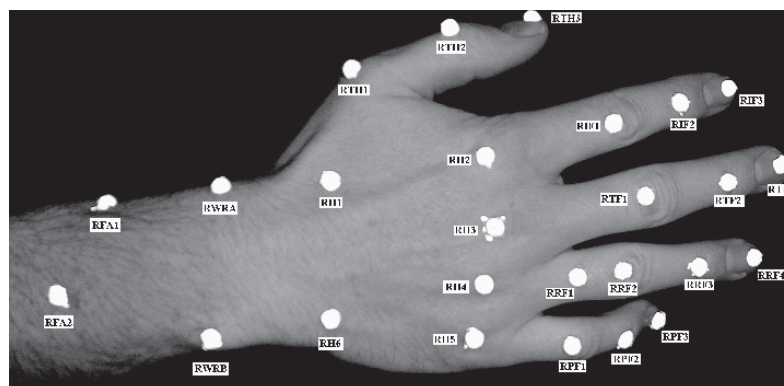
## RESULTS

The maximum mobility in a given plane achieved during the assessment was determined on the basis of the maximum values of separate movements during the analysed activity (Fig. 3).

Tables of measurement results were used to calculate arithmetic means of individual scores. Further outcome



Ryc. 1. Schemat rozmieszczenie markerów w proksymalnych odcinkach kończyny  
*Fig. 1. Distribution of markers in proximal segments of the upper limb*



Ryc. 2. Schemat rozmieszczenia markerów w obrębie ręki  
*Fig. 2. Distribution of markers within the hand*

nych prób. Do głębszej analizy wyników wykorzystano wartości względne ruchomości (wyrażone w procentach) obliczone poprzez porównanie stwierdzonej pomiarami amplitudy poszczególnych ruchów w danej płaszczyźnie z wartościami pełnej ruchomości funkcjonalnej proponowanymi przez Swansona i wsp. [13]. Nazewnictwo płaszczyzn ruchów przyjęto zgodnie z zasadami metody S-F-T-R (Russe [7], Szczechowicz [8], Zembaty [3]).

Podczas czynności czesania największą względną ruchomość stwierdzono w obrębie ruchów przedramienia (Tab. 1), zwłaszcza ruchów supinacji i pronacji, nieco mniejszą w nadgarstku, a najmniejsze wartości miały miejsce w odniesieniu do stawu ramiennego.

Podczas zapinania suwaka (Tab. 2) proporcje ruchomości względnej były podobne jak podczas czynności poprzedniej, jednak z wyraźnie mniejszą ruchomością przedramienia i nadgarstka w płaszczyźnie strzałkowej.

Nieco inne wyniki ruchomości względnej stwierdzono podczas czynności podnoszenia słuchawki telefonicznej (Tab. 3), podczas której największą analizowaną wielkość ruchomości stwierdzono w stawie łokciowym w płaszczyźnie strzałkowej.

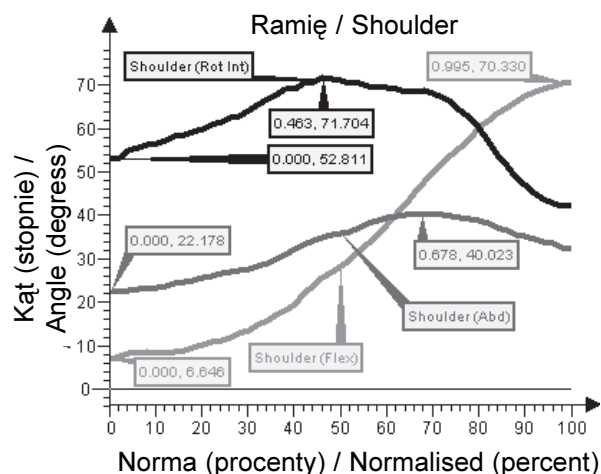
analysis employed relative mobility scores (expressed as percentages) calculated by comparing recorded amplitudes of individual movements in a given plane with values corresponding to full functional mobility as proposed by Swanson et al. (Swanson [13]). The mobility planes were named according to the SFTR system (Russe [7], Szczechowicz [8], Zembaty[3]).

The highest relative mobility during combing was recorded in the forearm (Table 1), especially with respect to supination and pronation, with slightly lower mobility in the wrist and the smallest in the humeral joint.

Closing a zip fastener (Table 2) involved similar patterns of relative mobility, although there was significantly lower forearm and wrist mobility in the sagittal plane.

Slightly different relative mobility scores were obtained for the activity of answering a telephone call (Table 3), where the highest mobility occurred in the elbow joint in the sagittal plane.

Comparison of the above results (Fig. 4) reveals particularly high relative mobility in the forearm (especially for rotational movements) and in the wrist in the frontal plane during the three activities.



Ryc. 3. Przykładowy zapis ruchów w stawie ramieniowym zarejestrowanych podczas czynności czesania  
Fig. 3. A sample recording of shoulder joint movements during combing

Tab. 1. Średnie wartości ruchomości w stawach kończyny górnej uzyskane podczas czynności czesania włosów (1 – ruchomość maksymalna, 2 – ruchomość stwierdzona badaniem, 3 – ruchomość względna)

Tab. 1. Average upper limb joint mobility during combing (1 – maximum mobility, 2 – actual mobility, 3 – relative mobility)

Stawy Joints		Płaszczyzna Plane		
		Strzałkowa Sagittal	Czołowa Frontal	Poprzeczna Transverse
		Flex – Ext [deg]	Abd – Add [deg]	Int – Ext [deg]
Ramienny Shoulder	1	230	230	180
	2	98.7	28.8	37.6
	3	42.9	12.5	20.9
Łokciowy Elbow	1	140	-	120
	2	80.4	-	97.3
	3	57.4	-	81.1
Nadgarstka Wrist	1	120	50	-
	2	53.7	36.8	-
	3	44.8	73.6	-

Tab. 2. Średnie wartości ruchomości w stawach kończyny górnej uzyskane podczas czynności zasuwania suwaka (1 – ruchomość maksymalna, 2 – ruchomość stwierdzona badaniem, 3 – ruchomość względna)

Tab. 2. Average upper limb joint mobility during closing a zip fastener (1 – maximum mobility, 2 – actual mobility, 3 – relative mobility)

Stawy Joints		Płaszczyzna Plane		
		Strzałkowa Sagittal	Czołowa Frontal	Poprzeczna Transverse
		Flex – Ext [deg]	Abd – Add [deg]	Int – Ext [deg]
Ramienny Shoulder	1	230	230	180
	2	63.7	17.8	18.8
	3	27.7	7.7	10.4
Łokciowy Elbow	1	140	-	120
	2	40.3	-	98.6
	3	28.8	-	82.2
Nadgarstka Wrist	1	120	50	-
	2	16.6	35.8	-
	3	13.8	71.6	-

Zestawienie porównawcze powyższych wyników (Ryc. 4) podkreśla szczególnie duże wartości ruchomości względnej przedramienia (zwłaszcza w płaszczyźnie ruchów rotacyjnych) oraz nadgarstka w płaszczyźnie czołowej podczas analizowanych czynności.

Obserwując uogólnione, średnie wartości ruchomości względnej poszczególnych stawów podczas wszystkich analizowanych czynności można zauważyć (Ryc. 5), iż w największym stopniu był w nich zaangażowany staw łokciowy, w mniejszym nadgarstek, a najmniejszy udział miały w nich ruchy w stawie ramiennym.

W analizie omawianych wartości uwzględniono także stawy ręki. W Tabeli 4 zestawiono wartości należne (maksymalne), także wartości stwierdzone pomiarami oraz wartości względne obliczone w stosunku do funkcjonalnej ruchomości porównywanych stawów według metodyki Swansona [13]. Analiza ruchomości kciuka w stawie CMCP (Ryc. 6) jest utrudniona, ponieważ brak jest w tym względzie punktu odniesienia, czyli odpowiednich norm. Stwierdzony badaniami kąt w rzeczywistości był wielkością kąta między długą osią I a II kości śródreżca. Oceniany ruch odbywał się równocześnie w kilku płaszczyznach, a jego

Overall mean relative mobility scores for individual joints during all analysed activities demonstrate (Fig. 5) the greatest involvement of the elbow joint, with a smaller contribution from the wrist and the least participation of the humeral joint.

Mobility in the hand joints was also analysed. Table 4 presents maximum (reference) values, actual (measured) scores and relative values calculated against functional mobility scores in the analysed joints according to Swanson's methodology (Swanson [13]). An analysis of thumb movements in the MCP joint (Fig. 6) is difficult due to lack of relevant reference values. The registered angle was actually the angle between the long axes of the first and second metacarpal bones. The movement was performed in several planes simultaneously, with an average amplitude of 13 degrees.

Further analysis of the scores for the hand focused on movements in the sagittal plane, i.e. the amplitude of flexion and extension. The relative mobility pattern during combing was very regular: it was largest in the MCP joints of all fingers and decreased towards distal joints. During the closing of a zip fastener, a similar pattern was found in

Tab. 3. Średnie wartości ruchomości w stawach kończyny górnej uzyskane podczas czynności podnoszenia słuchawki telefonu (1 – ruchomość maksymalna, 2 – ruchomość stwierdzona badaniem, 3 – ruchomość względna).

Tab. 3. Average upper limb joint mobility during picking up a telephone receiver (1 – maximum mobility, 2 – actual mobility, 3 – relative mobility)

Stawy Joints		Płaszczyzna Plane		
		Strzałkowa Sagittal	Czołowa Frontal	Poprzeczna Transverse
		Flex – Ext [deg]	Abd – Add [deg]	Int – Ext [deg]
Ramienny Shoulder	1	230	230	180
	2	50.6	8.1	30.4
	3	22.0	3.5	16.9
Łokciowy Elbow	1	140	-	120
	2	98.5	-	58.1
	3	70.4	-	48.4
Nadgarstka Wrist	1	120	50	-
	2	31.5	17.2	-
	3	26.3	34.4	-

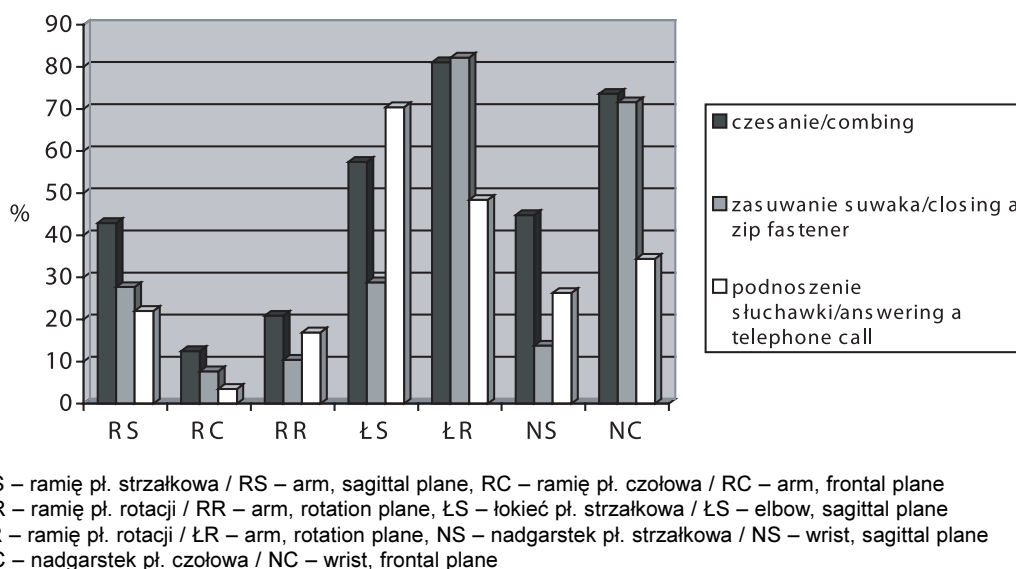
Tab. 4. Wyniki badania ruchomości w obrębie ręki  
Tab. 4. Results of hand mobility assessment

Czynność Activity	Staw Joint	Wielkość Score	Palec Finger				
			I	II	III	IV	V
Czesanie Combing	MP	Maksymalna / Maximum	110	110	110	110	110
		Stwierdzona / Actual	47	32	50	57	62
		Względna / Relative	43	29	45	52	56
	PIP/IP	Maksymalna / Maximum	110	130	130	130	130
		Stwierdzona / Actual	26	30	35	44	37
		Względna / Relative	24	24	30	34	28
	DIP	Maksymalna / Maximum	-	100	100	100	100
		Stwierdzona / Actual	-	19	17	21	25
		Względna / Relative	-	19	17	21	25
Zapinanie suwaka Closing a zip fastener	MP	Maksymalna / Maximum	110	110	110	110	110
		Stwierdzona / Actual	39	51	56	48	48
		Względna / Relative	35	46	51	44	44
	PIP/IP	Maksymalna / Maximum	110	130	130	130	130
		Stwierdzona / Actual	42	36	35	38	31
		Względna / Relative	38	28	27	29	24
	DIP	Maksymalna / Maximum	-	100	100	100	100
		Stwierdzona / Actual	-	31	18	25	7
		Względna / Relative	-	31	18	25	7
Podnoszenie słuchawki telefonu Picking up a telephone receiver	MP	Maksymalna / Maximum	110	110	110	110	110
		Stwierdzona / Actual	21	18	39	36	41
		Względna / Relative	19	16	35	33	37
	PIP/IP	Maksymalna / Maximum	110	130	130	130	130
		Stwierdzona / Actual	28	60	46	47	43
		Względna / Relative	26	46	35	36	33
	DIP	Maksymalna / Maximum	-	100	100	100	100
		Stwierdzona / Actual	-	33	23	12	16
		Względna / Relative	-	33	23	12	16
x ±Sx	Względna / Relative	30.8 ±9.2	30.2 ±10.4	31.2 ±11.5	31.7 ±11.9	30.0 ±14.6	

średnia amplituda podczas wykonywania analizowanych czynności wynosiła 13 stopni.

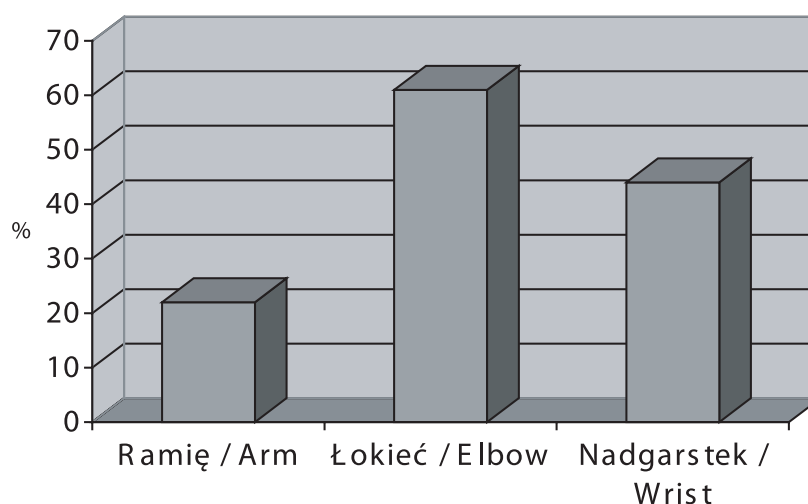
Dalsza analiza omawianych wartości w obrębie ręki dotyczyła ruchów w płaszczyźnie strzałkowej, tj. amplitudy ruchów zginania i prostowania. Poziomą względną ruchomość podczas czynności czesania miał układ bardzo regularny; była ona największa w stawach MCP we wszyst-

all but the thumb IP joint where the mobility was 3% higher than in the MCP joint. Picking up a phone receiver with three fingers (the thumb, index finger and ring finger) was associated with higher relative mobility in the IP and PIP joints than in the MPC joint, with the smallest values always recorded in the DIP joint. A comparison of mean relative mobility in the hand joints during the analysed



Ryc. 4. Porównanie względnej ruchomości w poszczególnych stawach i płaszczyznach podczas wykonywania analizowanych czynności

Fig. 4. Comparison of relative mobility in individual joints and planes during the performance of the analysed activities



Ryc. 5. Uogólnione, średnie wartości ruchomości względnej kończyny górnej podczas wszystkich czynności

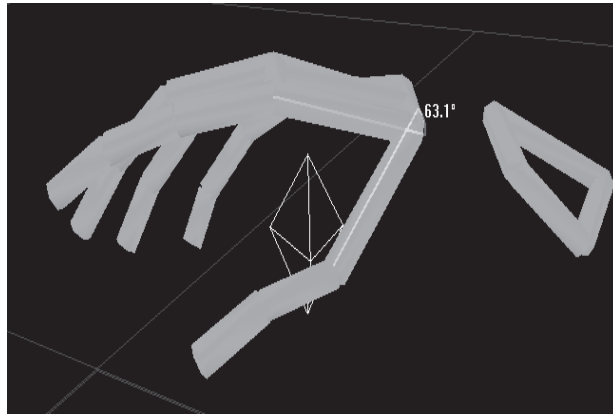
Fig. 5. Overall mean relative mobility of the upper limb during all activities

kich palcach i mała w kierunku stawów dystalnych. Podobną sekwencję wyników stwierdzono podczas czynności zasuwania suwaka z jednym tylko wyjątkiem w stawie IP kciuka, gdzie analizowana ruchomość była o 3% większa niż w stawie MCP. Z kolei podczas podnoszenia słuchawki telefonu w trzech palcach, tj. w kciuku, palcu wskazującym i obrączkowym ruchomość względna była większa w stawach IP i PIP niż w MCP, jednak zawsze najmniejsza w DIP. Porównanie poziomu względnej, średniej ruchomości stawów ręki podczas wykonywania analizowanych czynności wykazuje wyraźną regularność (Ryc. 7): jest ona największa w stawach MCP i maleje w kierunku

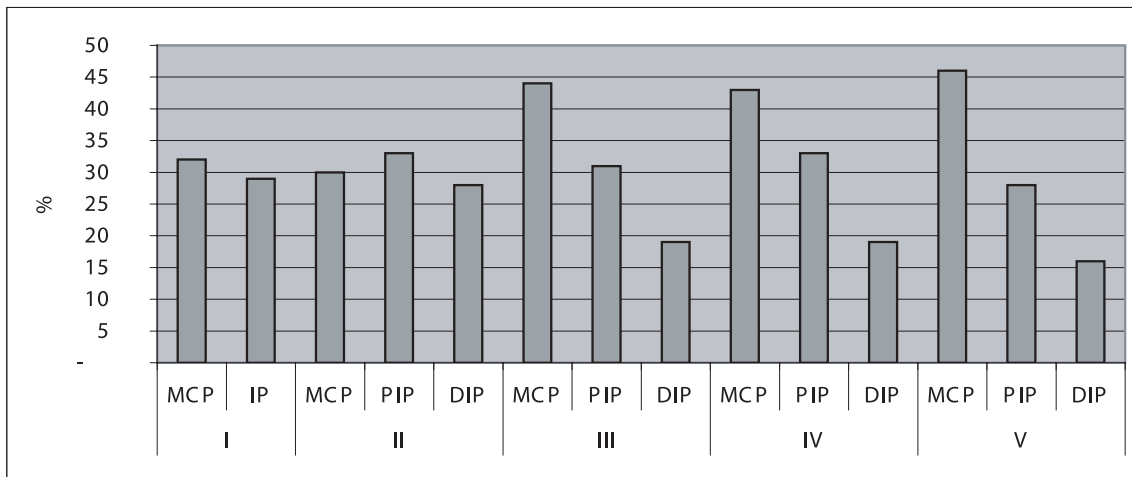
activities showed a markedly regular pattern (Fig. 7): the mobility was highest in the MCP joints, decreasing towards the DIP joints. The only exception was the second finger, where slightly higher mobility was recorded for the PIP than the MCP joint. Overall relative mobility in all joints of individual fingers was very similar (Fig. 8).

A comparison of overall relative mobility of the proximal (Fig. 5) and distal (Fig. 7) segments of the upper limb indicates that the contribution of individual proximal joints was more diversified than that of the hand joints.

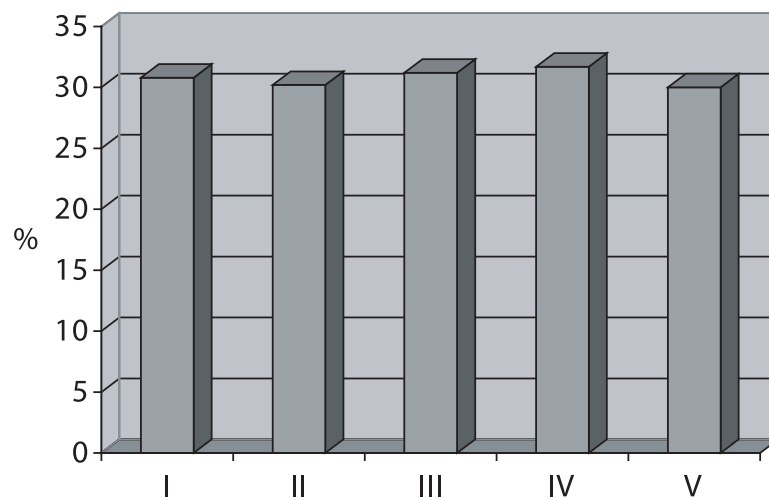
Czesanie / Combing: 67 - max, 56 - min  
 Prasowanie / Ironing: 69 - max, 56 - min  
 Zasuwanie suwaka / Closing a zip fastener:  
 69 max, 56 - min



Ryc. 6. Ruchomość w stawach CMCP kciuka (13°) podczas analizowanych czynności  
 Fig. 6. Mobility of the thumb CMCP joint (13°) during analysed activities



Ryc. 7. Porównanie względnej, średniej ruchomości stawów ręki podczas wykonywania analizowanych czynności  
 Fig. 7. Comparison of relative average mobility of hand joints during analysed activities



Ryc. 8. Względna uogólniona ruchomość poszczególnych palców  
 Fig. 8. Relative overall mobility of fingers



stawów DIP. Wyjątek stanowi jedynie palec II, gdzie omawiana wartość jest nieznacznie większa w stawie PIP niż w MCP. Natomiast uogólniona, względna ruchomość wszystkich stawów poszczególnych palców była na bardzo zbliżonym poziomie (Ryc. 8).

Obserwacja porównawcza uogólnionych wartości ruchomości względnej w odcinkach proksymalnych (Ryc. 5) i dystalnych (Ryc. 7) kończyny górnej wskazuje, iż poziom zaangażowania stawów proksymalnych jest bardziej zróżnicowany niż w stawach ręki.

## DYSKUSJA

Wyniki przeprowadzonych badań inspirują do ich interpretacji w aspekcie ich wartości aplikacyjnej. Wydaje się, iż jest ona duża i doświadczony fizjoterapeuta może z uzyskanych wyników uzyskać szereg wskazówek, które ułatwią kompozycję programu usprawniania w przypadkach dysfunkcji kończyny górnej. Analiza „wykorzystanej” ruchomości w stawach kończyny w stawach proksymalnych kończyny górnej (Ryc. 4 i 5) wykazała największą względną ruchomość w stawie łokciowym i to w obrębie obu jego funkcjonalnych składowych, tj. w obrębie amplitudy ruchów prostowania i zginania oraz ruchów supinacji i pronacji. Oznacza to, iż programując i realizując fizjoterapię należy szczególną uwagę zwrócić na restytucję zakresów właśnie tych ruchów. Także analiza analogicznych wyników badań w obrębie ręki (Ryc. 7) daje fizjoterapeutom ważne wskazówki. W zdecydowanej większości wykazała ona bowiem, iż w wykonywaniu analizowanych czynności życia codziennego najbardziej zaangażowane są stawy MCP, a wynik ten jest zbieżny z danymi przedstawionymi przez Swansona, który przedstawia właśnie te stawy jako odgrywające największą rolę w funkcji każdego palca [13]. Oznacza to, iż w procesie odbudowy funkcji ręki należy położyć szczególny nacisk na osiągnięcie jak największej ruchomości właśnie tych stawów.

W przedstawianiu wyników badań wspomniano o dość utrudnionej analizie ruchomości w stawie CMCP kciuka (Ryc. 6). Trudność tę podkreśla również fakt, iż w cytowanych w niniejszym opracowaniu wyników badań innych autorów na temat wykorzystania trójwymiarowej analizy ruchów ręki (Chiu [9], Somia [10], Su [11], Rash [12]) brak jest badań dotyczących tego stawu. Sytuacja ta wynika między innymi z faktu, iż ruchy w stawie CMCP cechuje duża złożoność, gdyż odbywają się one równocześnie we wszystkich trzech płaszczyznach (Adalbert i Kapandji [14]). Przyjęta w niniejszej pracy metodyka badawcza pozwoliła na pomiar i ocenę kąta w jednej, trudnej do zdefiniowania – w nawiązaniu do nomenklatury anatomicznej – płaszczyźnie, a zawartego między osiami długimi I i II kości śródreżca. W celu dokładniejszej analizy ruchomości tego stawu kompatybilnej z pozostałymi wynikami w tym opracowaniu, należałoby przeprowadzić odrębne badania według ukierunkowanej na tę okolicę metodyki. Brak w tym względzie udokumentowanych obserwacji traktujemy jako inspirację do dalszych badań eksperymentalnych. Fakt, iż staw ten decyduje aż w 60% o funkcji całego kciuka [13] wzmacnia naszą determinację w tym kierunku.

## DISCUSSION

The results of the study invite an interpretation relevant to physiotherapeutic practice. They appear to be of significant practical value, enabling an experienced physiotherapist to extract from them a number of clues to aid him or her in designing a rehabilitation programme for a patient with upper limb dysfunction. An analysis of the actual 'utilised' mobility in the proximal joints of the upper limb during the three activities (Fig. 4 and 5) showed the highest relative mobility in the elbow joint in both its functional components, i.e. the amplitude of extension and flexion as well as supination and pronation. An implication for physiotherapists is that, while designing and implementing physiotherapeutic programmes, they should pay special attention to the restitution of the ranges of these particular movements. Corresponding mobility scores for the hand (Fig. 7) are also a source of important clues for physiotherapists, since the results of this study show that, in most cases, the analysed activities of daily living predominantly involved the MCP joints. This finding tallies with the data presented by Swanson, who sees these joints as the most important for the function of every finger (Swanson [13]). Accordingly, rehabilitation of hand function should primarily aim to achieve the greatest possible mobility in these joints.

The "Results" section mentioned obstacles to analysis of the mobility in the CMCP joint of the thumb (Fig. 6). This difficulty is further illustrated by the fact that other authors who have used three-dimensional motion analysis to study the hand (Chiu [9], Somia [10], Su [11], Rash [12]) did not study this joint. One underlying factor here is that CMCP joint movements are very complex, being performed in all the three planes simultaneously (Adalbert and Kapandji [14]). The methodology of our study permitted measurement and assessment of angles in one plane that was difficult to define using anatomical nomenclature, namely that formed between the long axes of the first and second metacarpal bones. A more detailed analysis of mobility in this joint, if it is to be compatible with other results presented in this paper, would require a separate study conducted according to a methodology designed specially for this region. The lack of documented observations in this area inspires us to conduct further experimental studies. The fact that this joint is responsible for 60% of the function of the whole thumb (Swanson [13]) is a further encouragement.

Analiza dynamicznych parametrów w obrębie kończyny górnej, a zwłaszcza ręki, jest coraz częściej przedmiotem dociekań naukowych. Chiu i wsp. [9] na przykład wykorzystali tę metodę do analizy ruchów we wszystkich stawach palców II-V i porównali te wyniki z badaniami goniometrycznymi. Z kolei Somia i wsp. [10] na podstawie tej metodyki analizowali sekwencję ruchów w poszczególnych stawach palców II-V podkreślając w konkluzji dużą przydatność zastosowanej metody. Su i wsp. [11] drogą analogicznych badań wykazali istotne znaczenie ruchów nadgarstka dla efektu tenodezowego, a Rash i wsp. [12] podkreślili w konkluzji swoich badań, iż trójwymiarowa analiza ruchów jest obecnie najbardziej przydatna w dynamicznej ocenie funkcji ręki. Na podstawie badań własnych także uważamy, iż wykorzystanie systemu Vicon jest w pełni przydatne do oceny parametrów dynamicznych, a w naszym przypadku do oceny ruchomości w stawach proksymalnych i w stawach ręki podczas wykonywania czynności życia codziennego.

## WNIOSKI

1. W czynnościach życia codziennego ruchomość stawów kończyny górnej wykorzystywana jest w ograniczonym wymiarze.
2. System trójwymiarowej analizy ruchu jest użytecznym narzędziem do monitorowania i oceny tego zjawiska, a wyniki tych badań winny być brane pod uwagę przez terapeutów ręki podczas programowania i realizacji procesu usprawniania.

## PIŚMIENNICTWO / REFERENCES

1. Clarkson HM, Gilewich GB. Musculoskeletal Assessment - Joint Range of Motion and Manual Muscle Strength. Williams & Wilkins; 1989.
2. Norkin CC, White DJ. Measurement of Joint Motion - A Guide to Goniometry. II wyd. Philadelphia: F. A. Davis Company; 1995.
3. Zembaty A. Pomiary zakresów ruchów w stawach człowieka. Z warsztatów badawczych. Warszawa: Wydawnictwo AWF; 1989.
4. Pačalski A, Gawinek M, Wałaszek R. Metody badania narządu ruchu w rehabilitacji klinicznej. Wydawnictwo Skryptowe Nr 111, AWF im. B. Czecha w Krakowie; 1991.
5. Kiwerski J. redd. Rehabilitacja medyczna. Badanie zakresu ruchu w stawach. Warszawa: PZWL; 2005.
6. Buckup K. Testy kliniczne w badaniu kości, stawów i mięśni. PZWL; 1997. Russe O.A, Gerhardt J.J. International SFTR method of measuring and recording motion, Bern, Stuttgart, Wien: H. Hubert Publishers; 1975.
8. Szczechowicz J. Pomiary kątowe zakresu ruchu. Zapisy pomiarów - metoda SFTR, Wydawnictwo Skryptowe, AWF im. B. Czecha w Krakowie; 2004.
9. Chiu HY, Su FC, Wang ST, Hsu HY. The motion analysis system and goniometry of the finger joints. The Journal of Hand Surgery 1998; 23B, 6: 788-791.
10. Somia N, Rash GS, Wachowiak M, Gupta A. The initiation and sequence of digital joint motion, A three-dimensional motion analysis. The Journal of Hand Surgery 1998; 23B, 6: 792-795.
11. Su FC, Chou YL, Yang CS, Lin GT, An KN. Movement of finger joints induced by synergistic wrist motion. Clinical Biomechanics 2005; 20: 491-497.
12. Rash GS, Belliappa PP, Wachowiak MP, Somia NN, Gupta AA. demonstration of the validity of a 3-D video motion analysis method for measuring finger flexion and extension. Journal of Biomechanics 1999; 32: 1337-1341.
13. Swanson AB. Evaluation of impairment in the upper extremity. W: Hunter JM, Schneider LH, Mackin EJ, Callahan AD. editors. Rehabilitation of the hand, II wyd. St. Louis, Toronto, Princeton: The C.V. Mosby Company; 1984. str. 101-128. Adalbert I., Kapandji I.; Clinical Evaluation of the Thumb Opposition, Journal of Hand Therapy 1992: April - June 102-106.

Analysis of dynamic parameters of the upper limb, especially the hand, is an increasingly popular subject of scientific investigation. For instance, Chiu et al. [9] used the method to analyse movements in all joints of the fingers 2-5 and compared the results with goniometric data. The methodology was also applied by Somia et al. [10] to investigate the sequence of movements in the joints of the fingers 2-5, with the authors emphasising the method's considerable utility. Through analogical comparisons, Su et al. [11] demonstrated the significance of wrist movements for the tenodesis effect, while Rash et al. [12] stated in the conclusion of their study that three-dimensional analysis of movements is currently the most useful tool for the assessment of hand function dynamics. Based on our own experience, we also believe that the Vicon system is a valid tool for the assessment of dynamic parameters, including assessment of mobility in the joints of the proximal upper limb and hand during activities of daily living.

## CONCLUSIONS

1. Daily activities require only limited mobility in the upper limb joints.
2. Three-dimensional motion analysis is a useful tool to monitor and assess this phenomenon. The results of such assessments should be taken into account by hand therapists designing and implementing rehabilitation programmes.