



ORIGINAL PAPER / PRACA ORYGINALNA

Maria Gruca<sup>1(A,B,C,D,F,G)</sup>, Edward Saulicz<sup>2(A,D)</sup>

## Assessment of a sitting position by means of a kyphotisation indicator in the professionally active people

### Ocena pozycji siedzącej za pomocą wskaźnika kyfotyzacji u osób aktywnych zawodowo

<sup>1</sup> Academy of Physical Education in Katowice, Department of Physiotherapy  
in Dysfunction of the Internal Organs

<sup>2</sup> Academy of Physical Education in Katowice, Department of Kinesiotherapy  
and Special Methods of Physiotherapy

#### ABSTRACT

**Introduction.** The development of modern technology has changed human lifestyle from active to passive (sitting). According to many authors, prolonged sitting is a risk factor for overextension and painful conditions of the spine. However, it seems that this relationship can only occur in conjunction with other factors. The aim of this study is to assess a sitting position using a kyphotisation indicator constructed by the author.

**Material and methods.** The study included 372 people living and working professionally in the Silesian Voivodeship. The research program consisted of an interview survey and measurements the length of the spine projections, which provided the calculation of a kyphotisation indicator.

**Results.** The conducted assessment showed that the examined people receive automatically a kyphotic sitting

#### STRESZCZENIE

**Wstęp.** Rozwój nowoczesnych technologii zmienił tryb życia człowieka z aktywnego na pasywny (siedzący). Zdaniem wielu autorów długotrwałe siedzenie stanowi czynnik ryzyka dolegliwości przeciążeniowo-bólowych kręgosłupa. Wydaje się jednak, że ta zależność może wystąpić dopiero w połączeniu z innymi czynnikami. Celem niniejszej pracy jest ocena pozycji siedzącej za pomocą skonstruowanego autorsko wskaźnika kyfotyzacji.

**Materiał i metody.** Badaniami objęto 372 osoby mieszkające i pracujące zawodowo w województwie śląskim. Program badawczy składał się z ankiety wywiadu oraz pomiarów długości projekcyjnych kręgosłupa, na podstawie których obliczono wskaźniki kyfotyzacji.

**Wyniki.** Przeprowadzona ocena pokazała, że badane osoby przyjmują automatycznie kyfotyczną pozycję siedzącą i ten

**Mailing address / Adres do korespondencji:** Maria Gruca, e-mail: [m.gruca@awf.katowice.pl](mailto:m.gruca@awf.katowice.pl), Academy of Physical Education, Department of Physiotherapy, 40-065 Katowice ul. Mikołowska 72B

Participation of co-authors / Udział współautorów: A – preparation of a research project / przygotowanie projektu badawczego; B – collection of data / zbieranie danych; C – statistical analysis / analiza statystyczna; D – interpretation of data / interpretacja danych; E – preparation of a manuscript / przygotowanie manuskryptu; F – working out the literature / opracowanie piśmiennictwa; G – obtaining funds pozyskanie funduszy / pozyskanie funduszy

Received / Artykuł otrzymano: 19.02.2016 | Accepted / Zaakceptowano do publikacji: 9.06.2016  
Publication date / Data publikacji: June / czerwiec 2016

position and this postural habit is moved to a standing position. In addition, the study highlighted the 2 types of habitual sitting positions, one with a higher kyphotisation indicator and the other with a lower kyphotisation indicator, reflecting the “dynamic” sitting and searching a comfortable (antalgic) sitting position by the researched people.

**Conclusions.** A kyphotic sitting position is a risk factor for overextension and painful conditions of the spine, and the kyphotisation indicator can be a useful tool for further clinimetric research regarding a sitting position.

**Keywords:** clinimetrics, kyphotisation indicator, sitting position, overextension and painful conditions of the spine, maladaptive postural behaviour

## Introduction

Intensive development of new technologies has changed the lifestyle of contemporary human beings from active to passive (sitting). According to many authors, sitting is already an integral part of most work environments [1–5]. Free time after work is also spent passively [6–9]. According to Galen Cranz, a contemporary human being has grown into the “table and chairs” culture [10]. This is especially noticeable in our country. The research carried out by Bridging East-West Health Gap shows the fact that Poles occupy the first place in terms of sedentary lifestyles and the last in terms of physical activity among the European countries covered by this study [11]. According to the WOBASZ program (multicenter Polish nationwide health screening), about 40% of Poles work in a sitting position and at the same time about 60% of our population prefers passive rest, while the others declare that they undertake physical activity several times a week [12]. A sedentary lifestyle is also very common in the countries of the European Union [13]. What is more, a physical inactivity also dominates among the American population [14–16]. It is obvious that a sedentary lifestyle is not beneficial for a human being and it leads to many civilization health problems [17, 18]. According to some authors, a sedentary lifestyle is a risk factor for overextension and painful conditions of the spine [19–26]. However, it seems that this relationship can only occur in conjunction with other factors. A sedentary lifestyle impairs the adaptive mechanisms of the human body, which is particularly visible in the system of movement and refers to the main kinematic item i.e. the spine. It is worth mentioning that the research of adaptive compromises, made by the human body during sitting (especially in the sagittal plane), requires implementation of accurate clinimetric tools. Clinimetrics represents a significant challenge for various clinical observations [27]. The aim of this study is to assess a sitting position using a kyphotisation indicator constructed by the author.

## Material and methods

372 people, who live and work professionally the Silesian Voivodeship, have been examined. Participation in

posturalny nawyk przenoszą do pozycji stojącej. Ponadto badania zwróciły uwagę na 2 rodzaje siadu nawykowego: jeden o wyższym wskaźniku kyfotyzacji a drugi o niższym wskaźniku kyfotyzacji, co świadczy o „dynamicznym” siedzeniu i poszukiwaniu przez badanych pozycji siedzącej komfortowej (antalgicznej).

**Wnioski.** Kyfotyczna pozycja siedząca stanowi czynnik ryzyka dolegliwości przeciążeniowo-bólowych kręgosłupa, zaś wskaźnik kyfotyzacji może być przydatnym narzędziem klinimetrycznym do dalszych badań pozycji siedzącej.

**Słowa kluczowe:** klinimetria, wskaźnik kyfotyzacji, pozycja siedząca, dolegliwości przeciążeniowo-bólowe kręgosłupa, maladaptacyjny behavior posturalny

## Wstęp

Intensywny rozwój nowoczesnych technologii zmienia tryb życia człowieka współczesnego z aktywnego na pasywny (siedzący). Zdaniem wielu autorów siedzenie jest już integralną częścią większości środowisk pracy [1–5]. Czas wolny, pozazawodowy jest również spędzany w sposób bierny [6–9]. Według Galena Cranza człowiek współczesny wrósł już w kulturę „stołu i krzesła” [10]. Jest to szczególnie widoczne w naszym kraju. Badanie Bridging East-West Health Gap pokazuje bowiem, iż Polacy zajmują pierwsze miejsce pod względem siedzącego trybu życia, a ostatnie w aspekcie aktywności ruchowej wśród krajów europejskich objętych tym badaniem [11]. Według programu WOBASZ (wieloośrodkowego ogólnopolskiego badania stanu zdrowia) około 40% Polaków pracuje w pozycji siedzącej i równocześnie około 60% naszego społeczeństwa preferuje bierny odpoczynek, zaś pozostali deklarują aktywność ruchową podejmowaną kilka razy w tygodniu [12]. Siedzący tryb życia jest również bardzo rozpowszechniony w krajach Unii Europejskiej [13]. Bezczynność ruchowa dominuje także wśród społeczeństwa amerykańskiego [14–16]. Oczywiście siedzący tryb życia nie jest korzystny dla człowieka i prowadzi do wielu cywilizacyjnych problemów zdrowotnych [17, 18]. Zdaniem niektórych autorów siedzący tryb życia jest czynnikiem ryzyka dolegliwości przeciążeniowo-bólowych kręgosłupa [19–26]. Wydaje się jednak, że ta zależność może wystąpić dopiero w połączeniu z innymi czynnikami. Siedzący tryb życia bowiem upośledza mechanizmy adaptacyjne organizmu człowieka, co szczególnie jest widoczne w układzie ruchu i dotyczy jego głównego ogniwa kinematycznego, to znaczy kręgosłupa. Badanie zaś adaptacyjnych kompromisów podejmowanych przez organizm człowieka podczas siedzenia, zwłaszcza w płaszczyźnie strzałkowej, wymaga zastosowania trafnego narzędzia klinimetrycznego. Klinimetria bowiem stanowi istotne wyzwanie dla różnych spostrzeżeń klinicznych [27]. Celem niniejszej pracy jest ocena pozycji siedzącej za pomocą skonstruowanego autorsko wskaźnika kyfotyzacji.

the study was voluntary. A condition to participate in the research was the lack of locomotor system diseases, past surgeries or spinal injuries. The surveyed people declared themselves as healthy. In the study group there were 212 women and 160 men aged 20–50 years ( $\bar{x} = 36.5$ ), whereas the participants up to 40 years of age amounted 60.22% of the respondents, i.e. 224 people. Their professional experience ranged from 1 year to 35 years ( $\bar{x} = 16.99$ ). Higher education has been acquired by 20.43% of people, secondary – 49.46%, vocational – 28.23% and elementary – 1.98% respectively. In the study, 59.95% of the population usually work in a sitting position, 20.70% of people usually work in a standing position, 11.02% of respondents indicate a mixed position at work, and 8.33% of surveyed people mention about walking in addition to sitting and standing during performing their duties. Among the subjects up 79.03% reported that during the work they must often or very often maintain a prolonged position of the body in anteversion. Working time of the researched population amounted 8 hours and the duration of staying in a sitting position by respondents in the so-called non-working time amounted about 7 hours ( $\bar{x} = 6,98h$ ), with 85.22% of respondents who preferred spending their free time sitting in a chair or on the sofa.

The research program consisted of measuring the length of projection of the spine in the habitual position and during the auto-elongation in a standing position and in 6 types of a sitting position, i.e. sitting position freely, favourite sitting position, sitting position with the crossed leg over the right and left thigh, and sitting position with the feet resting on the left or right knee (ryc.1, 2). Measurements were made by means of an antropometer with an accuracy of 1 mm, and they provided the data on which a kyphotisation indicator has been calculated on the basis of the formula (created by the authors):

$$K = \frac{w - z}{w} \times 100\%$$

where:

w = the length of the projection of the spine in auto-elongation

z = the length of the projection of the spine in a habitual position.

All research procedures were performed with the approval of the Academy Bioethics Committee for Scientific Research and in accordance with the principles of the Declaration of Helsinki of 1978, modified in 1983.

The received results were gathered in a spreadsheet program Statistica prepared by Stat Soft company and subjected to statistical analysis. First, descriptive statistics

## Materiał i metody badań

Zbadano 372 osoby mieszkające i pracujące zawodowo w województwie śląskim. Udział w badaniach był dobrowolny. Warunkiem uczestnictwa w badaniach był brak schorzeń narządu ruchu i przebytych operacji oraz urazów kręgosłupa. Badane osoby deklarowały się jako zdrowe. W badanej grupie było 212 kobiet i 160 mężczyzn w przedziale wiekowym 20–50 lat ( $\bar{x} = 36,5$ ), przy czym do 40 r.ż. mieściło się 60,22% badanych, tj. 224 osoby. Staż pracy badanych wynosił od 1 roku do 35 lat ( $\bar{x} = 16,99$ ). Wykształcenie wyższe posiadało 20,43% osób, średnie 49,46% osób, zawodowe 28,23% osób i podstawowe 1,98% badanych. W badanej populacji 59,95% osób w pracy najczęściej przyjmuje pozycję siedzącą, 20,70% osób najczęściej w pracy stoi, 11,02% badanych wskazuje na mieszaną pozycję w pracy, a 8,33% badanych oprócz siedzenia i stania najczęściej chodzi podczas wykonywania czynności zawodowych. Spośród badanych osób aż 79,03% podaje, że w czasie pracy zawodowej musi często lub bardzo często utrzymywać długotrwanie pozycję ciała w przodopochyleniu. Czas pracy zawodowej badanych wynosił 8 godzin, zaś czasokres przebywania badanych w pozycji siedzącej w tzw. czasie pozazawodowym wynosił około 7 godzin ( $\bar{x} = 6,98h$ ), przy czym 85,22% badanych w czasie wolnym preferowało siedzenie w fotelu lub na kanapie.

Program badawczy składał się z pomiarów długości projekcyjnych kręgosłupa w pozycji habitualnej i podczas autoelongacji w pozycji stojącej oraz w 6 rodzajach siadu, tj. siadu swobodnego, siadu ulubionego, siadu z założoną nogą na udzie prawym i lewym oraz siadu z opartą stopą na kolanie lewym i prawym (ryc. 1, 2). Pomiarów dokonano przy pomocy antropometru z dokładnością do 1 mm, zaś na ich podstawie obliczono wskaźniki kyfotyzacji według wzoru (autorstwa badaczy):

gdzie:

w = długość projekcyjna kręgosłupa w autoelongacji

z = długość projekcyjna kręgosłupa w pozycji habitualnej.

Wszystkie procedury badawcze wykonano za zgodą Uczelnianej Komisji Bioetycznej ds. Badań Naukowych i zgodnie z obowiązującą Deklaracją Helsińską z 1978 r. zmodyfikowaną w 1983 r.

Uzyskane wyniki zgromadzono w arkuszu programu Statistica firmy Stat Soft i poddano analizie statystycznej. Najpierw zastosowano statystykę opisową w celu zaprezentowania badanej grupy i określenia jej cech biometrycznych. Dla zmiennych kategoryjnych obliczono

were used to present the study group and determine its biometric features. As for categorical variables, frequency distribution and percentage distribution were calculated. For variables of interval scale statistical parameters were calculated and verification of a compliance distribution of these variables with a normal distribution (Shapiro-Wilk test) was conducted. Then, a test statistic was applied, suitable for the objectives set for this research. This was the analysis of variance for repeated measurements complemented by the post hoc test of Bonferroni. In order to identify the structure of a kyphosis indicator in particular positions factor analysis was used. It allows to determine the orthogonal space and recognize the structure of kyphosis parameters and determine whether all kyphosis indicators are necessary to describe the phenomenon of a human kyphosis.

## Results

A kyphosis indicator, which describes a certain situation important for clinical diagnosis consists of seven components, that is one kyphosis indicator in a standing position (ST) and six kyphosis indicators in sitting positions: sitting position freely (S1), sitting position with the crossed leg over the left or right thigh (S2 and S3), sitting position with the feet resting on the left or right knee (S4 and S5) and favourite sitting position (SU). Differences in a value of kyphosis indicator regarding various positions were verified by the use of one-way analysis of variance for repeated measurements, which showed significant statistical differences in mean values of a kyphosis indicator considering positions at  $p < 0.001$ . The mean values of kyphosis indicators for various positions are illustrated in Figure 3. The highest values were reached by kyphosis indicators in asymmetric sitting positions with the feet resting on the right or left knee (S4 and S5). A post hoc analysis by Bonferroni test [28, 29] showed statistically significant differences of all mean values of kyphosis indicators among themselves apart from two combinations, that is, a significant difference did not occur only between the two highest kyphosis indicators in a sitting position with the feet resting on the right or left knee (S4 and S5) and between kyphosis indicators of a sitting position with crossed legs over the right or the left thigh (S2 and S3). Then it was decided to check whether all the factors of the kyphosis indicator are necessary to describe the phenomenon of a human kyphosis. In order to recognize and describe the structure of the kyphosis parameter, factor analysis was used which allowed the researchers to outline the orthogonal space, i.e. three-dimensional, in which the measurements are three factors.

It turned out that all the components of the kyphosis indicator are variables with absolute values of factor loadings above 0.7. The first factor is defined by two components of the kyphosis indicator in the sitting

rozkłady liczebności oraz rozkłady procentowe. Dla zmiennych typu skali przedziałowej obliczone zostały parametry statystyczne oraz przeprowadzono weryfikację zgodności rozkładów tych zmiennych z rozkładem normalnym (test Shapiro-Wilka). Następnie zastosowano statystykę testową właściwą dla przyjętego celu tej pracy. Była to analiza wariancji dla powtarzanych pomiarów uzupełniona testem post hoc Bonferroni. W celu rozpoznania struktury wskaźnika kyfotyzacji w poszczególnych pozycjach zastosowano analizę czynnikową, która pozwala wyznaczyć przestrzeń ortogonalną i rozpoznać strukturę parametrów kyfotyzacji oraz określić czy wszystkie wskaźniki kyfotyzacji są konieczne dla opisu zjawiska kyfotyzacji człowieka.

## Wyniki

Wskaźnik kyfotyzacji, który opisuje pewną rzeczywistość ważną dla klinicznego rozpoznania składa się z siedmiu składowych, to znaczy jednego wskaźnika kyfotyzacji w pozycji stojącej (ST) i sześciu wskaźników kyfotyzacji w pozycjach siedzących: siadu swobodnego (S1), siadu z założonymi nogami na lewym lub prawym udzie (S2 i S3), siadu z opartymi stopami na kolanie lewym lub prawym (S4 i S5) i siadu ulubionego (SU). Różnice wartości wskaźnika kyfotyzacji dla różnych pozycji weryfikowano przy pomocy analizy wariancji z klasyfikacją pojedynczą dla powtarzanych pomiarów, która wykazała istotne, statystyczne zróżnicowanie wartości średnich wskaźnika kyfotyzacji względem pozycji przy  $p < 0,001$ . Wartości średnie wskaźników kyfotyzacji dla różnych pozycji ilustruje rycina 3. Najwyższe wartości osiągnęły wskaźniki kyfotyzacji w asymetrycznych pozycjach siedzących z opartymi stopami na kolanie prawym lub lewym (S4 i S5). Analiza post hoc testem Bonferroni [28, 29] wykazała istotne statystycznie zróżnicowanie wszystkich wartości średnich wskaźników kyfotyzacji między sobą poza dwoma kombinacjami, to znaczy istotna różnica nie wystąpiła jedynie między dwoma najwyższymi wskaźnikami kyfotyzacji w pozycji siedzącej z opartymi stopami na prawym lub lewym kolanie (S4 i S5) oraz pomiędzy wskaźnikami kyfotyzacji w pozycji siedzącej z założonymi nogami na prawym lub lewym udzie (S2 i S3). Następnie postanowiono sprawdzić czy wszystkie składowe wskaźniki kyfotyzacji są konieczne do opisu zjawiska kyfotyzacji człowieka. W celu rozpoznania i opisanego struktury parametru kyfotyzacji zastosowano analizę czynnikową pozwalającą wykreślić przestrzeń ortogonalną, czyli trójwymiarową, w której wymiarami są trzy czynniki.

Okazało się, że wszystkie składowe wskaźniki kyfotyzacji to zmienne o wartościach absolutnych ładunków czynnikowych powyżej 0,7. Pierwszy czynnik wyznaczają dwie składowe wskaźniki kyfotyzacji w pozycji siedzącej z opartymi stopami na przeciwnym kolanie (kyfo S4 i kyfo S5), które korelują ze sobą; na czynnik drugi składają się cztery wskaźniki kyfotyzacji, to znaczy w pozycji



Figure 1. Symmetrical habitual sitting position and during auto-elongation of the trunk - measurements of the length of the spine projections

Rycina 1. Symetryczna pozycja siedząca habitualna i podczas autoelongacji tułowia – pomiary długości projekcyjnych kręgosłupa

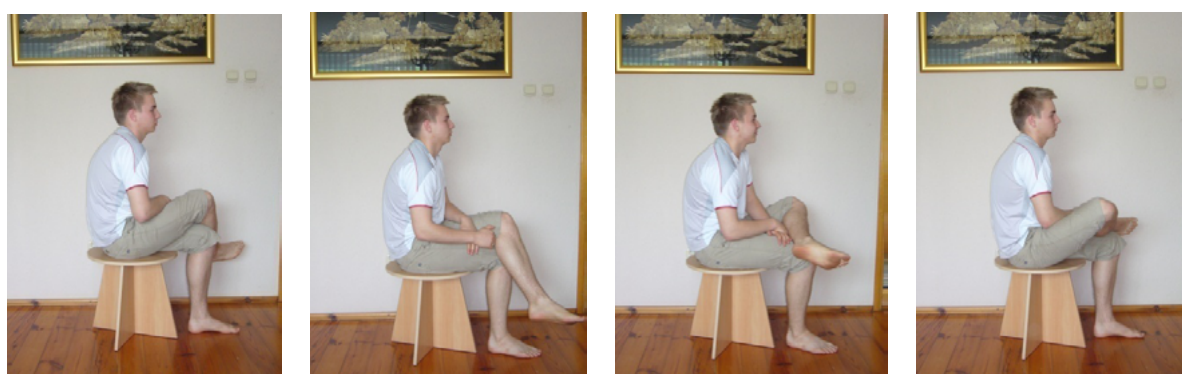


Figure 2. Asymmetric sitting positions

Rycina 2. Asymetryczne pozycje siedzące

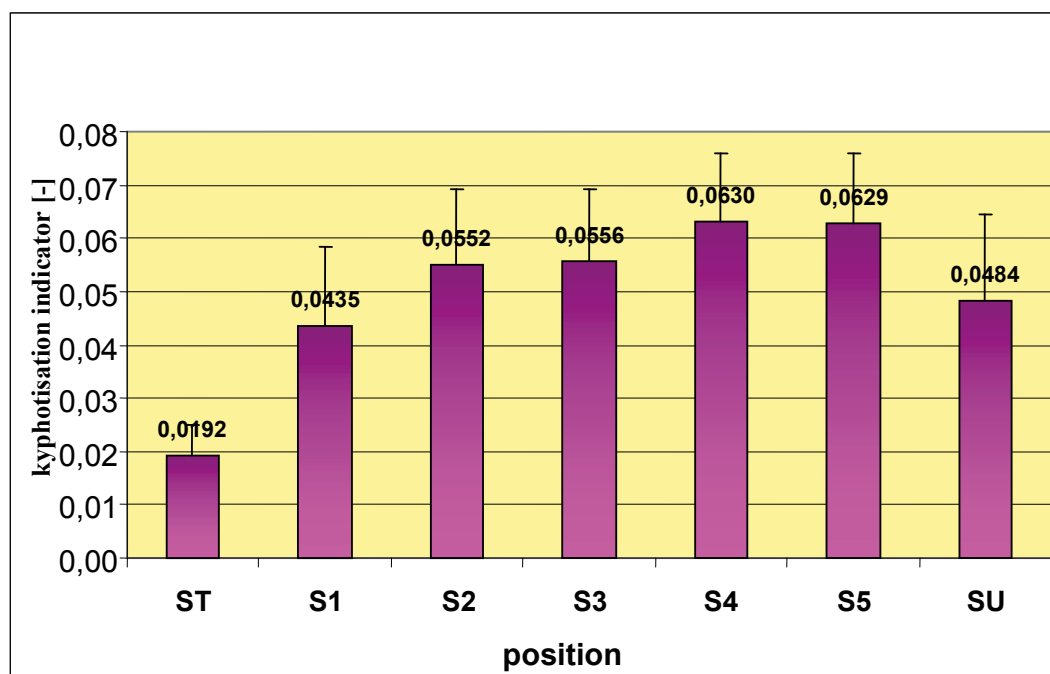


Figure 3. Kyphotisation indicator [without specific units] for different positions. Post hoc analysis of Bonferroni showed significance of differences ( $p < 0.001$ ) between all positions apart from the positions S2 and S3 as well as S4 and S5  
Rycina 3. Wskaźnik kyfotyżacji [jednostki niemianowane] dla różnych pozycji. Analiza post hoc Bonferroni wykazała istotność różnic ( $p < 0,001$ ) między wszystkimi pozycjami poza pozycjami S2 z S3 i S4 z S5.

position with the feet resting on the opposite knee (kyfo S4 and S5 kyfo) that correlate with each other; the second factor consists of four kyphosis indicators, i.e. in a sitting position freely (kyfo S1), a favourite sitting position (kyfo SU) and a sitting position with the crossed left and right leg (kyfo S2 and kyfo S3), which also correlate with each other; and the third factor is only the kyphosis indicator in a standing position (kyfo ST) (Table 1). Within each factor it was possible to select the most informative variable, that is the one having the highest factor loading. In other words, as a result of the factor analysis three factors were selected – components of the kyphosis indicator that do not correlate with each other and define an orthogonal space of the phenomenon of kyphosis in humans. They are the kyphosis indicator in a sitting position with the foot resting on the knee (kyfo S5), the kyphosis indicator in a favourite sitting position (kyfo SU) and the kyphosis indicator in a standing position (kyfo ST) (Table 2 and 3). These factors are the most representative and accumulate in total up to 92.2% of the total variance, i.e. variability of parameter regarding the kyphosis in humans. Along each of these factors the variability is indicated by means of a variation, and it amounts along the first factor 36.7%, along the second factor 40.8%, and along the third factor only 14.7%, thus the most informative is the second factor, wherein the kyphosis indicator of a favourite sitting position (kyfo SU) dominates, because it carries up to 40.8% of the variance of the kyphosis phenomenon. In other words, only three components of the kyphosis indicator are enough to describe the phenomenon of human kyphosis in a sitting position [30].

## Discussion

The conducted assessment of a sitting position shows that most respondents do not cope with the spatial arrangement of the body and they automatically take a kyphotic sitting position. Moreover, it turned out that this kyphotic postural habit moves from the sitting position to the so called “holding” in the standing position. It seems that a kyphotic sitting position resulted primarily from civilizational hypokinesia of the researched people and the lack of healthy behaviours such as systematic physical activity. The subjects reported prolonged work in a static position of anteversion of the trunk, as well as they spend their free time long hours in a sitting position, since they prefer mental activity. Nevertheless, passive lifestyle leads to the deactivation of the locomotor system of the researched people, and thus it creates conditions that stabilize disorders of the upper part of the body and changes the setting of the main axis, i.e. the spinal column. Therefore, we see that the kyphosis indicator assesses not only the sitting position of the respondents, but it also describes a particular clinical reality, that is maladaptive position of

siadu swobodnego (kyfo S1), siadu ulubionego (kyfo SU) i w pozycjach siadów z założonymi nogami lewą i prawą (kyfo S2 i kyfo S3), które między sobą również korelują; zaś trzeci czynnik stanowi tylko wskaźnik kyfotyzacji w pozycji stojącej (kyfo ST) (tabela 1). W obrębie każdego czynnika wyłoniono zmienną najbardziej informatywną, to znaczy posiadającą najwyższy ładunek czynnikowy. Innymi słowy w wyniku analizy czynnikowej wyłoniono trzy czynniki – składowe wskaźnika kyfotyzacji, które nie korelują ze sobą, a wyznaczają przestrzeń ortogonalną zjawiska kyfotyzacji człowieka. Są to: wskaźnik kyfotyzacji w pozycji siedzącej z opartą stopą na kolanie (kyfo S5), wskaźnik kyfotyzacji w pozycji siadu ulubionego (kyfo SU) i wskaźnik kyfotyzacji w pozycji stojącej (kyfo ST) (tabela 2 i 3). Czynniki te są najbardziej reprezentatywne i łącznie koncentrują aż 92,2% wariancji całkowitej, czyli zmienności parametru kyfotyzacji człowieka. Wzdłuż każdego z tych czynników ta zmienność przedstawia się udziałem wariancji i wynosi wzdłuż pierwszego czynnika 36,7%, wzdłuż drugiego czynnika 40,8%, a wzdłuż trzeciego czynnika tylko 14,7%, czyli najbardziej informatywny jest drugi czynnik, w którym dominuje wskaźnik kyfotyzacji w pozycji siadu ulubionego (kyfo SU), gdyż niesie on aż 40,8% wariancji zjawiska kyfotyzacji. Innymi słowy wystarczą trzy składowe wskaźnika kyfotyzacji do opisu zjawiska kyfotyzacji człowieka w pozycji siedzącej [30].

## Dyskusja

Przeprowadzona ocena pozycji siedzącej pokazuje, iż badani nie najlepiej radzą sobie z przestrzennym ułożeniem ciała i przyjmują automatycznie kyfotyczną pozycję siedzącą. Ponadto okazało się, że ten kyfotyczny nawyk posturalny z pozycji siedzącej badani przenoszą na tzw. sposób „trzymania się” w pozycji stojącej. Wydaje się, że kyfotyczna pozycja siedząca wynika przede wszystkim z cywilizacyjnej hipokinezy badanych osób i braku zachowań prozdrowotnych, takich jak systematyczna aktywność ruchowa. Badani bowiem długotrwale pracują w pozycji statycznej z przodopochyleniem tułowia, jak również w czasie wolnym spędzają długie godziny w pozycji siedzącej, gdyż preferują aktywność umysłową. Pasywny tryb życia zaś prowadzi do dezaktywacji układu ruchu badanych, a tym samym stwarza warunki do zaburzeń stabilizacji górnej części ciała i zmiany ustawienia jego głównej osi, czyli kręgosłupa. Widzimy więc, że wskaźnik kyfotyzacji ocenia nie tylko pozycję siedzącą badanych, ale równocześnie opisuje pewną kliniczną rzeczywistość, to znaczy maladaptacyjne ustawienie kręgosłupa podczas siedzenia. Według koncepcyjnego modelu stabilizacyjnego Panjabiego [30,31] kręgosłup podczas siedzenia powinien być ustawiony esowato w hipotetycznej strefie neutralnej o minimalnym zakresie zmiany jego ustawienia. Jest to jednak stan idealny i mało realny, gdyż przy braku zapotrzebowania na siłę mięśniową organizm

Table 1. Correlations of kyphotisation components ( $p < 0.05$ )Tabela 1. Korelacje składowych kyfotyzacji ( $p < 0,05$ )

	KYFO_ST	KYFO_S1	KYFO_S2	KYFO_S3	KYFO_S4	KYFO_S5	KYFO_SU
KYFO_ST		0,313	0,239	0,261	0,141	0,158	0,282
KYFO_S1	0,313		<b>0,702</b>	<b>0,734</b>	0,455	0,425	<b>0,832</b>
KYFO_S2	0,239	<b>0,702</b>		<b>0,956</b>	<b>0,725</b>	0,700	<b>0,737</b>
KYFO_S3	0,261	<b>0,734</b>	<b>0,956</b>		<b>0,704</b>	0,687	<b>0,739</b>
KYFO_S4	0,141	0,455	<b>0,725</b>	<b>0,704</b>		<b>0,957</b>	0,458
KYFO_S5	0,158	0,425	0,700	0,687	<b>0,957</b>		0,430
KYFO_SU	0,282	<b>0,832</b>	<b>0,737</b>	<b>0,739</b>	0,458	0,430	

Table 2. Factor analysis of kyphotisation parameter

Tabela 2. Analiza czynnikowa parametru kyfotyzacji

Kyphotisation parameters Parametry kyfotyzacji	Factors / Czynniki		
	1	2	3
KYFO_ST	0,063	0,167	<b>0,984</b>
KYFO_S1	0,188	<b>0,899</b>	0,163
KYFO_S2	0,607	<b>0,719</b>	0,075
KYFO_S3	0,582	<b>0,739</b>	0,097
KYFO_S4	<b>0,941</b>	0,266	0,041
KYFO_S5	<b>0,950</b>	0,228	0,066
KYFO_SU	0,197	<b>0,912</b>	0,119
Eigenvalue Wartość własna	<b>2,572</b>	<b>2,853</b>	<b>1,029</b>
Participation in the variance Udział w wariancji	<b>0,367</b>	<b>0,408</b>	<b>0,147</b>
Accumulated participation Udział skumulowany	<b>0,367</b>	<b>0,775</b>	<b>0,922</b>

Table 3. Distribution of factors describing the kyphotisation phenomenon

Tabela 3. Rozkład czynników opisujących zjawisko kyfotyzacji

Variables with absolute values of factor loadings $> 0.7$ Zmienne o wartościach absolutnych ładunków czynnikowych $> 0,7$	Factors / Czynniki		
	1	2	3
	KYFO_S4	KYFO_S1	KYFO_ST
	KYFO_S5	KYFO_S2	
		KYFO_S3	
		KYFO_SU	
Variables with the highest values of factor loadings Zmienne o najwyższych wartościach ładunków czynnikowych	Czynniki / Factors		
	1	2	3
	KYFO_S5	KYFO_SU	KYFO_ST
3 factors accumulate 92.2% of the variance / 3 czynniki koncentrują 92,2% wariancji			

the spine while sitting. According to the Panjabi's conceptual stability model [30,31], the spinal column should be S-shaped while sitting in a hypothetical neutral zone with a minimal change in its setting. However, this is the ideal state and hardly real, due to the fact that in the case of lack of the demand for muscle strength, the human body is focused on saving energy and maintaining muscle tension at the lowest level [33]. That is why, while sitting the spine takes the position within the Panjabi's flexible zone, which is for the "Homo sedentarius" too demanding in terms of functionality. Betz's electromyographic study [34] indicates fast fatigue after static muscles activity stabilizing the spine and their flexing relaxation. Therefore, the spine is set in kyphosis, in another Panjabi's zone called elastic. This is owing to the "click-clack" phenomenon described by Snijders [35], which allows rotation of the pelvis in the sagittal plane with an automatic shift of stability toward the fascial and ligamentous structures, sensitive to nociception. Furthermore, flexing relaxation of the stabilizer muscles of the spine leads to increased stiffness of the passive structures, notably the intervertebral discs, which become more susceptible to overloading and mechanical stress [36]. Therefore, we see that the use of kinematic redundancy of the locomotor system while sitting leads to dysfunction of the spinal column and postural disorders described by Mc Kenzi, which are revealed by overextension and painful conditions of the spine [37]. According to the mechanism of somatomotoric effect of the inhibition described by Brügger [38], searching for a comfortable position takes place, and at the same time a painless sitting position. This is confirmed by the research carried out on the basis of the kyphotisation indicator. Respondents in fact take 2 ways of habitual sitting position. The first one, with a higher kyphotisation indicator can be defined as a forced sitting by prolonged static position, daily maintained. On the other hand, the second way of a sitting position with a lower kyphotisation indicator is represented by a favourite sitting, which can be defined as an antalgic sitting. Analyzing the sitting position in this way it seems that the respondents seek subconsciously comfort, unburdening a sitting position. The received results correspond with the studies of Callaghan and Mc Gill [39] and Vergara [40], who also noted 2 tactics of sitting: static and dynamic, which is caused by the fatigue of stabilizer muscles and the possibility of migration the static loading between fascial and ligamentous stabilizers by means of macro-movements of the trunk.

To sum up, it is possible to conclude that the voluntary use of the kinematic redundancy of the locomotor organ while sitting to create maladaptive postural habits results at first in discomfort of sitting, but later on it can lead to significant clinical problems. Therefore the conducted assessment of a sitting position should inspire to take educational and preventive actions. Furthermore, a kyphotisation indicator in conjunction with other cli-

człowieka nastawiony jest na oszczędzanie energii i utrzymywanie napięcia mięśniowego na najniższym poziomie [33]. Dlatego podczas siedzenia kręgosłup ustawia się w strefie elastycznej Panjabiego, która dla „Homo sedentarius” jest zbyt wymagająca pod względem funkcjonalnym. Studium elektromiograficzne Betza [34] wskazuje bowiem na szybkie zmęczenie wysiłkiem statycznym mięśni stabilizujących kręgosłup i ich fleksyjne rozluźnienie. Stąd też kręgosłup ustawia się w kifozy, w kolejnej strefie Panjabiego zwanej plastyczną. Odbywa się to poprzez fenomen „klik-klak” opisany przez Snijdersa [35], który pozwala na rotację miednicy w płaszczyźnie strzałkowej z automatycznym przesunięciem stabilizacji w kierunku struktur powięziowo-więzadłowych, wrażliwych na nocycepcję. Ponadto fleksyjne rozluźnienie stabilizatorów mięśniowych kręgosłupa prowadzi do wzrostu sztywności jego struktur biernych, zwłaszcza krążków międzykręgowych, które stają się bardziej podatne na przeciążenia i stres mechaniczny [36]. Widzimy więc, że wykorzystywanie podczas siedzenia nadmiarowości kinematycznej układu ruchu prowadzi do dysfunkcji kręgosłupa i zaburzeń posturalnych opisanych przez Mc Kenziego, które ujawniają się poprzez dolegliwości przeciążeniowo-bólowe kręgosłupa [37]. Zgodnie zaś z mechanizmem somatomotorycznego efektu hamowania opisanego przez Brüggera [38] dochodzi do poszukiwania komfortowej, a zarazem przeciwbólowej pozycji siedzącej. Potwierdzają to przeprowadzone badania w oparciu o wskaźnik kyfotyzacji. Badani bowiem przyjmują 2 sposoby siadu nawykowego. Pierwszy z nich o wyższym wskaźniku kyfotyzacji można określić jako siad wymuszony długotrwałym codziennym utrzymywaniem pozycji statycznej. Z kolei drugi sposób siadu o niższym wskaźniku kyfotyzacji reprezentowany przez siad ulubiony można określić jako siad antalgiczny. Analizując bowiem ten sposób siadu wydaje się, że badani podświadomie poszukują komfortowej, odciążającej pozycji siedzącej. Otrzymane wyniki korespondują z badaniami Callaghana i Mc Gilla [39] oraz Vergary [40], którzy zauważyli również 2 taktyki siedzenia: statyczną i dynamiczną, co tłumaczą zmęczeniem stabilizatorów mięśniowych i możliwością migracji obciążenia statycznego między stabilizatorami powięziowo-więzadłowymi poprzez makroruchy tułowia.

Reasumując można więc stwierdzić, że dobrowolne wykorzystywanie podczas siedzenia nadmiarowości kinematycznej narządu ruchu do tworzenia maladaptacyjnych nawyków posturalnych skutkuje zrazu dyskomfortem siedzenia, ale z czasem może prowadzić do istotnych problemów klinicznych. Przeprowadzona ocena pozycji siedzącej powinna więc stanowić inspirację do podejmowania działań edukacyjno-profilaktycznych. Wskaźnik kyfotyzacji zaś w połączeniu z innymi narzędziami klinimetrycznymi może służyć do dalszych badań pozycji siedzącej w aspekcie biopsychospołecznym.



nimetric tools can be used to further study of a sitting position in the biopsychosocial aspect.

## Conclusions

1. The study showed two types of a habitual sitting position: the first one with a lower kyphotisation indicator and the second one with a higher kyphotisation indicator.
2. A kyphotisation indicator proved to be a useful clinical tool to assess a sitting position in terms of health.

## Bibliography / Bibliografia

1. Parry S, Straker L. The contribution of office work to sedentary behaviour associated risk. *BMC Public Health* 2013;132:96.
2. Munir F, Houdmont J, Clemens S, Wilson K, Addley K. Work engagement and its association with occupational sitting time: results from the Stormont study. *BMC Public Health* 2015; 29,15(1):30.
3. Smith L, Hamer M, Ucci M, Marmot A, Gardner B, Sawyer A, Wardle J, Fisher A. Weekday and weekend patterns of objectively measured sitting, standing and stepping in a sample of office-based workers; the active buildings study. *BMC Public Health* 2015;17,15(1):9.
4. Thorp A, Healy GN, Winkler E, Clark BK, Gardiner P, Owen N, Dunstan DW. Prolonged sedentary time and physical activity in workplace and non-work contexts: a cross-sectional study of office, customer service and call centre employees. *Int J Behav Nutr Phys Act* 2012;9:128.
5. Clemens SA, Patel R, Mahon C, Griffiths PL. Sitting time and step counts in office workers. *Occup Med* 2014;64(3):188-92.
6. Nawrocka A, Prończuk A, Młynarski W, Garbaciak W. Aktywność fizyczna menadżerów wyższych szczebli zarządzania w kontekście zaleceń prozdrowotnych. *Med Pr* 2012; 63(3): 271-279.
7. Martinez-Gonzalez MA, Varo JJ, Santos JL, De Irala J, Kearney J, Martinez JA. Prevalence of physical activity during leisure time in the European Union. *Med. Sci Sports Exerc* 2001;33:1142-46.
8. Kirk MA, Rodos RE. Occupation correlates of adults participation physical activity : a systematic review. *Am J Prev Med* 2011;40(4):476-485.
9. Drygas W. Czy siedzący styl życia nadal stanowi zagrożenie dla zdrowia społeczeństwa polskiego?. *Med. Sport* 2006;2(6),22:111-116.
10. Clark P. Whats wrong with the chair: sitting and the New Ergonomics. [http:// www. zafu. net / whatswrong. html](http://www.zafu.net/whatswrong.html) (10.10.2006)
11. Drygas W, Skiba A, Bielecki W, Puska P. Ocena aktywności fizycznej mieszkańców sześciu krajów europejskich. Projekt „Bridging East-West Health Gap”. *Med. Sportiva* 2001;5(2) L:119-128.
12. Drygas W, Kwaśniewska M, Szcześniewska D, Kozakiewicz K., Głuszek J, Wiercińska E, Wyrzykowski B, Kurjata P. Ocena poziomu aktywności fizycznej dorosłej populacji Polski. Wyniki programu WOBASZ. *Kardiol Pol* 2005;63:6.
13. Varo JJ, Martinez-Gonzales A, de Irala-Estevez J, Kearney J, Gibney M, Martinez A. Distribution And determinants of sedentary lifestyles in European Union. *Int. J. Epidemiol* 2003;32(1):138-46.
14. Crespo CJ, Ainsworth BE, Keteyian SJ, Heath GW, Smit E. Prevalence of physical inactivity and its relation to social class in U.S. adults: results from the Third National Health and Nutrition Examination Survey. *Med. Sci Sports Exerc* 1999;31:1821-27.
15. Matthews CE, Chen KY, Freedson PS, Buchowski MS, Buk BM, Pate RR, Troiano RP. Amount of time spent in sedentary behaviors in the United States 2003-2004. *Am. J. Epidemiol* 2008;167: 875-881.
16. Pratt M, Macera CA, Blanton C. Levels of physical activity In children and adults In United States. *Med. Sci Sports Exerc* 1999;31(11):526-33.
17. de Rezende LF, Rodrigues Lopes M, Rey-Lopez JP, Matsudo VK, Luiz Odo C. Sedentary behavior and health outcomes : an overview of systematic reviews. *PLoS One* 2014; 9(8):e105620.
18. Thorp A, Owen N, Neuhaus M, Dunstan D. Sedentary behaviors and subsequent health outcomes in adults: a systematic review of longitudinal studies 1996-2011. *Am J Prev Med* 2011;41(2):207-215.
19. Zejda JE, Bugajska J, Kowalska M i wsp. Dolegliwości ze strony kończyn górnych, szyi i pleców u osób wykonujących pracę biurową użyciem komputera. *Med Pr* 2009;60(5):359-367.
20. Sosin P, Żłobiński W, Bac A. Zespoły bólowe kręgosłupa szyjnego i lędźwiowego u pracowników sektora biurowego. *Ann Univ Mariae Curie Skłodowska [Med]* 2007;62(18),7(D):402-405.
21. Lisiński P, Sklepowicz K, Stryła W. Praca przy komputerze przyczyną dolegliwości bólowych kręgosłupa szyjnego. *Ortop Traumatol Rehab* 2005;7:204-208.
22. Kaczor S, Bac A, Brewczyńska P, Woźniacka R, Golec E. Występowanie dolegliwości bólowych dolnego odcinka kręgosłupa i nawyków ruchowych u osób prowadzących siedzący tryb życia. *Post Rehab* 2011;3:19-28.
23. Lis AM, Black KM, Korn H, Nordin M. Association between sitting and occupational LBP. *Eur Spine J* 2007;16:283-298.

24. Chen SM, Liu MF, Cook J, Bass S, Lo SK. Sedentary lifestyle as a risk factor for low back pain: a systematic review. *Int Arch Occup Environ Health* 2009; 82:797-806.
25. Spyropoulos P, Papathanasiou G, Georgoudis G, Chronopoulos E, Koutis H, Koumoutsou F. Prevalence of Low Back Pain in Greek Public Office Workers. *Pain Physician* 2007;10:651-660.
26. Gupta N, Christiansen CS, Hallman DM, Korshoj M, Carneiro IG, Holtermann A. Is objectively measured sitting time associated with low back pain? A cross-sectional investigation in the Normad study. *PLoS One* 2015;25,10(3):e0121159.
27. Fava GA, Tomba E, Sonino N. Clinimetrics: the science of clinical measurements. *Int. J Clin Pract.* 2012;66(1):11-15.
28. Winer B.J., Brown D.R., Michels K.M. *Statistical principals in experimental design*; New York McGraw-Hill, 1991.
29. Bonferoni C.E. *Teoria statistica delle classi e calcolo delle probabilita*. Pubblicazione del Instituto Superiore di Scienze Economiche e Commerciali di Firenze, 1936
30. Ferguson G.A., Takane Y. *Analiza statystyczna w psychologii i pedagogice*. PWN Warszawa, 2009.
31. Panjabi M.M. The stabilizing system of the spine. Part I: Function, dysfunction, adaptation and enhancement. *J Spinal Disord* 1992;5:383-389.
32. Panjabi M M. The stabilising system of the spine. Part II. Neutral zone and stability hypothesis. *J Spinal Disord* 1992;5:390-397.
33. Preuss R, Fung J. Can acute low back pain result from segmental spinal buckling during submaximal activities? A review of the current literature. *Manual Ther* 2005;10:14-20.
34. Betz U, Bodem F, Hopf C, Eysel P. Die Aktivitat der Ruckenstreckmuskulatur beim aufrechten Stehen und beim Sitzen mit standidentischer Rumpfhaltung- eine elektromyographische Studie. *Z.Orthop* 2001;139:147-151.
35. Snijders CJ, Hermans PFG, Niesing R., Spoor C W, Stoeckart R. The influence of slouching and lumbar support on iliolumbar ligaments, intervertebral discs and sacroiliac joints. *Clin Biomech* 2004;19:323-329.
36. Tyson A, Beach BS, Robert J, Parkinson BS, Stothart P. Effects of prolonged sitting on the passive flexion stiffness of the in vivo lumbar spine. *Spine J* 2005; 5:145-154.
37. Mc Kenzie R. *Treat Your One Back*. Spinal Publications LTD, New Zealand 1993 :1-36.
38. Brügger A. *Die Erkrankungen des Bewegungsapparates und seines Nervensystems*. Gustaw Fischer Verlag, Stuttgart 1977.
39. Callaghan JP, McGill SM. Low back joint loading and kinematics during standing and unsupported sitting. *Ergonomics* 2001;44/3:280-294.
40. Vergara M, Page Á. Relationship between comfort and back posture and mobility in sitting-posture. *Appl Ergon* 2002;33:1-8.