

Ocena różnych sposobów pomiaru wysokości siedzeniowej Assessment of various approaches to measure sitting height

Romuald Stupnicki, Joanna Głogowska

Wyższa Szkoła Kultury Fizycznej i Turystyki, Pruszków

Streszczenie

Cel pracy: Określenie najlepszej pozycji do pomiaru wysokości siedzeniowej.

Material i metody: Mierzono wysokość siedzeniową 16 mężczyzn w wieku 22 – 39 lat w 5 różnych pozycjach: siedzenie bez oparcia stóp i pleców (1), na krześle, z oparciem stóp i pleców (2), na ławie, z oparciem stóp i pleców (3), na podłodze, z oparciem pleców (4), na leżąc, z podkurczonymi nogami (5). Pomiary były wykonywane przez jedną, doświadczoną osobę, w 3-krotnych powtórzeniach. U 6 badanych, dwie osoby wykonały dodatkowo podobne serie pomiarów dla określenia zmienności między mierzącymi. Zebrane dane posłużyły do wyznaczenia tzw. błędów całkowitych.

Wyniki: Największą powtarzalność pomiarów wykonywanych przez tę samą osobę lub różne osoby stwierdzono dla pozycji 2 i 3, pozostałe pozycje cechowały się znacznie gorszą powtarzalnością.

Wnioski: W pomiarach wysokości siedzeniowej powinno się stosować pozycję 2 lub 3, natomiast w pozostałych pozycjach, zwłaszcza 1 (bez oparcia pleców), uzyskuje się znacznie mniej dokładne i powtarzalne wyniki.

Słowa kluczowe: wysokość siedzeniowa, pozycja pomiarowa, błędy pomiaru

Summary

Study aim: To select the position, most suitable for measuring sitting height.

Material and methods: A group of 16 male subjects aged 22 – 39 years were subjected to measuring sitting height in 5 different positions: free sitting, back and feet unsupported (1), on a chair – back and feet supported (2), on a bench - back and feet supported (3), on the floor - back and feet supported (4), lying on the floor, feet resting on the floor and tucked up (5). The measurements were taken 3 times by an experienced anthropometrist. Additionally, 6 subjects underwent the same measurements performed by two other persons in order to assess the intersubject error. The acquired data served to compute the so-called total errors.

Results: Highest repeatability of measurements performed by one or several anthropometrists was found for positions 2 and 3, other positions being significantly inferior.

Conclusions: When measuring sitting height, positions 2 or 3 ought to be recommended; in other positions, especially free sitting without unsupported back, the results are much less reliable.

Key words: Sitting height; Sitting position; Measurement errors

Wprowadzenie

Wysokość siedzeniowa jest jednym z podstawowych pomiarów antropometrycznych służących do oceny wysokościowej proporcji ciała, jest także najprostszym sposobem określenia długości kończyn dolnych. Pomiar ten zależy jednak od warunków w jakich jest wykonywany, a wśród nich – od pozycji siedzenia mierzonej osoby [3]. Standardy pomiarów antropometrycznych uznane przez Światową Organizację Zdrowia zalecają,

Introduction

Sitting height is one of the basic anthropometric measures for assessing the vertical body proportion and is the simplest way to measure the length of lower extremities. The quality of that measure depends, however, on measuring conditions, among them – on sitting position of the subject measured [3]. According to the standards recommended by the World Health Organisation, the subject ought to sit on an even plane, the back

aby mierzona osoba siedziała na równej powierzchni bez oparcia pleców i bez kontaktu stóp z podłożem [5]. Ten sposób był zalecany przez antropometrów, np. przez Łaskę-Mierzejewską [4] i prawdopodobnie przez większość autorów prac, w których wykonywano ten pomiar; prawdopodobnie, gdyż w publikacjach tych nie podawano szczegółów pomiaru, ani nie odwoływano się do źródeł.

Jedyną znaną publikacją, w której analizowano różne pozycje siedzenia mierzonej osoby, jest praca Carr'a i wsp. [2] z 1989 roku. Celem niniejszej pracy była ponowna próba zbadania tego zagadnienia w praktyce.

Material i metody

Badane osoby

Badaną grupę stanowiło 16 mężczyzn, zaocznych studentów kierunku wychowanie fizyczne, w wieku 22 – 39 lat (zob. tab. 1). Pomiarzy były wykonywane w ramach ćwiczeń z antropometrii i zajęć seminaryjnych. Wszyscy badani chętnie uczestniczyli w pomiarach.

Metody badań

Pomiary wykonywano za pomocą antropometru Martina (GPM, Vitako, Polska) w następujących pozycjach (ryc. 1):

1. Siedzenie na stole, nogi swobodnie zwieszone, tułów wyprostowany, głowa w pozycji frankfurckiej.
2. Siedzenie na krześle, głowa w pozycji frankfurckiej, stopy oparte na podłodze, kąty proste w stawach biodrowym i kolanowym, plecy i głowa oparte o ścianę.
3. Siedzenie na ławie o wysokości 30 cm, głowa w pozycji frankfurckiej, stopy oparte na podłodze, kąty w wymienionych stawach mniejsze niż proste, plecy i głowa oparte o ścianę.
4. Siedzenie na podłodze, głowa w pozycji frankfurckiej, stopy oparte na podłodze, kolana podkurczone, plecy i głowa oparte o ścianę.

not rested against the wall, feet not touching the floor [5]. That technique has been recommended by anthropometrists, e.g. by Łaska-Mierzejewska [4], and probably by the majority of authors who performed and applied that measure; probably – since in the available published reports neither technical details nor specific references were mentioned.

The only available report, that analysed diverse sitting positions of the subject measured, was published by Carr *et al.* in 1989 [2]. The aim of this study was thus to re-examine that issue in practice.

Material and methods

Subjects

A group of 16 male subjects, extramural physical education students, aged 22 – 39 years (see Table 1). The measurements were conducted as part of anthropometry classes and seminars. All subjects actively participated in those activities with great interest.

Methodology

Sitting height was measured with the use of the GPM anthropometer (Vitako, Poland) in the following sitting positions (Fig. 1):

1. Sitting on a table as erect as possible, feet unsupported, the head in the Frankfort Horizontal Plane. The knees are directed straight ahead with the arms and hands resting at the sides.
2. Sitting on a chair, feet resting on the floor, the head in the Frankfort plane, right angles at the knee and hip joints, back and head rested against the wall.
3. Sitting on a bench 30 cm high, feet resting on the floor, the head in the Frankfort plane, angles at the knee and hip joints less than 90°, back and head rested against the wall.
4. Sitting on the floor, feet resting on the floor, the head in the Frankfort plane, knees tucked up, back and head rested against the wall.

5. Pozycja leżąca, kolana podkurczone, stopy oparte na podłodze.

Badani byli mierzeni w strojach gimnastycznych. Pomiary były wykonywane przez jedną osobę, doświadczonego antropometrę, w następujący sposób: najpierw wykonywano kolejnym badanym pomiar w pozycji 1, następnie w pozycji 2 itd. Taki cykl pomiarów był wykonany trzykrotnie. Ponadto, u 6 badanych wykonano jeszcze dwie serie takich pomiarów, każda seria przez inną osobę, celem określenia zmienności pomiarów między mierzącymi. Dla pomiarów w każdej pozycji obliczono wskaźnik sh / bh, czyli stosunek wysokości na siedząco (sh) do wysokości ciała (bh).

Z zebranych danych obliczono błędy całkowite (TE; total error) [2] między powtórzeniami pomiarów ($n = 48$) i między mierzącymi ($n = 54$):

$$TE = \sqrt{(\sum d_i^2 / 2n)},$$
 gdzie d_i oznacza wszystkie różnice między powtórzeniami, a n ich liczbę; obliczono również ważone odchylenia standardowe dla powtarzanych pomiarów. Dla oceny różnic między poszczególnymi pozycjami przeprowadzono analizę wariancji i zastosowano test *post hoc* Scheffégo.

Obliczono również tzw. wielkości efektu dla różnic między średnimi wartościami wysokości siedzeniowej, równe stosunkowi różnicy do średniego odchylenia standardowego [6].

5. Lying on the floor, feet resting on the floor and tucked up.

During the measurements, the subjects were dressed in training suits. The measurements were taken by an experienced anthropometrist in the following manner: all subjects were measured once in positions 1, 2, etc., then that cycle was repeated twice. Additionally, 6 subjects underwent three series of the same measurements performed by two other persons in order to assess the intermeasurer error. For every position, the sitting height/body height (sh/bh) indices were computed.

From all measurements the so-called total errors (TE) [2], between replicated measurements ($n = 48$) and between measuring persons ($n = 54$), were computed:

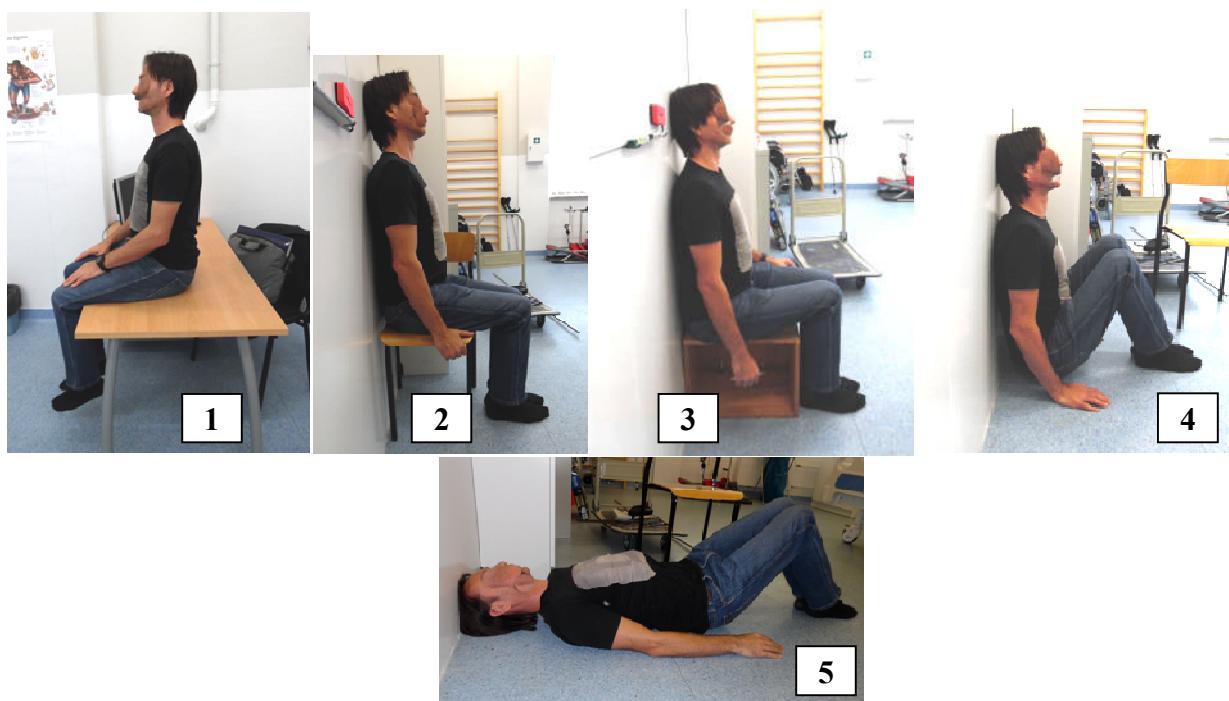
$$TE = \sqrt{(\sum d_i^2 / 2n)},$$
 where d_i corresponds to every difference between replications, and n their number. Moreover, weighted standard deviations for repeated measures were computed. The between-position differences were assessed from ANOVA with subsequent *post-hoc* Scheffé's test.

For differences between mean values of sitting height the so-called Effect Size (the ratio of given difference to mean standard deviation) was computed [6].

Tab. 1. Podstawowe dane badanych mężczyzn ($n = 16$)

Table 1. Basic characteristics of Male subjects studied ($n = 16$)

Zmienna Variable	Średnie $\pm$ SD (zakresy) Mean values $\pm$ SD (ranges)
Wiek (lata) Age (years)	26.2 ± 5.1 (22 – 39)
Wysokość ciała (cm) Body height (cm)	180.3 ± 8.6 (167.2 – 193.1)
Masa ciała (kg) Body mass (kg)	84.2 ± 7.8 (72.1 – 99.8)
BMI	26.0 ± 2.0 (23.1 – 29.7)



Ryc. 1. Pozycje pomiarowe: 1 – na stole, bez oparcia; 2 – na krześle, z oparciem; 3 – na ławie (wysokość 30 cm), z oparciem; 4 – na podłodze, kolana ugięte, z oparciem; 5 – na leżąco, kolana ugięte, stopy oparte o podłogę

Fig. 1. Measuring positions: 1 – on a table, no support; 2 – on a chair, with support; 3 – on a bench (30 cm high), with support; 4 – on the floor with support, knees tucked up; 5 – lying on the floor, feet resting on the floor and tucked up

Wyniki

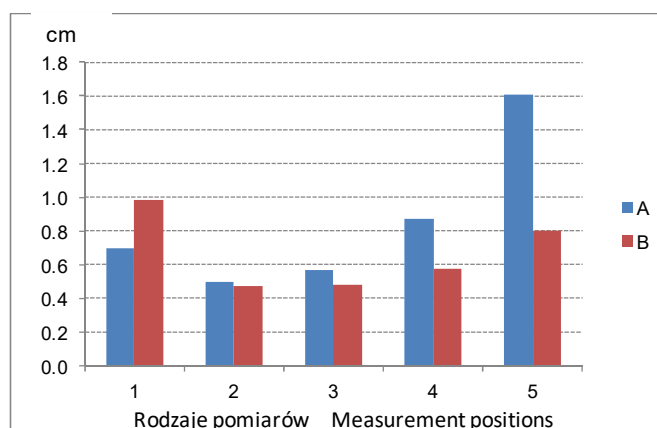
Na ryc. 1. przedstawiono sposoby siedzenia badanych (podczas pomiarów badani byli w strojach gimnastycznych). W tabelach i na dalszych rycinach przedstawiono różnice między wielkościami pomiarów w różnych pozycjach, a także błędy między powtórzeniami pomiarów i między osobami przeprowadzającymi pomiary.

Całkowite błędy obliczone ze wszystkich powtórzeń pomiarów w danej pozycji wykonywanych przez tę samą osobę lub przez różne osoby, przedstawiono na ryc. 2. Przedstawiono wartości bezwzględne błędów, bowiem nie stwierdzono znamiennych korelacji wielkości błędu z wysokością ciała – korelacje te nie przekraczały wartości $\pm 0,2$. Najmniejsze błędy obu rodzajów i największą zgodność wielkości błędów obu rodzajów stwierdzono dla pomiarów wykonanych w pozycjach 2 i 3.

Results

The positions of subjects, in which the measurements were taken, are presented in Fig. 1 (during the measurements, the subjects were dressed in training suits). Other figures contain differences between measurements in studied positions, as well as total errors between replicated measurements and between persons who performed the measurements.

Total errors computed from all replicates of measurements performed in given position by the same or by different persons are presented in Fig. 2. Absolute error values were shown, as no significant correlations of those values with body height were found – those correlations did not exceed ± 0.2 . Lowest values of both kinds of errors and highest compatibility of those errors were found for measurements performed in positions 2 and 3.

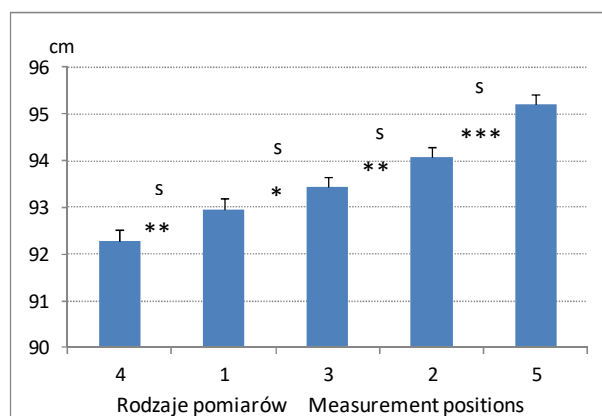


Ryc. 2. Błędy całkowite (TE) pomiarów wysokości siedzeniowej

Legenda: A – między powtórzeniami pomiarów wykonanych przez daną osobę; B – między pomiarami wykonywanymi przez różne osoby; 1 – na stole, bez oparcia; 2 – na krześle, z oparciem; 3 – na ławie (wysokość 30 cm), z oparciem; 4 – na podłodze, kolana ugięte, z oparciem; 5 – na leżąco, kolana ugięte, stopy oparte o podłogę

Fig. 2. Total errors (TE) of sitting height measurements

Legend: A – between measurements performed by one measurer; B – between measurements performed by different measurers; 1 – on a table, no support; 2 – on a chair, with support; 3 – on a bench (30 cm high), with support; 4 – on the floor with support, knees tucked up; 5 – lying on the floor, feet resting on the floor and tucked up



Ryc. 3. Średnie wartości ($\pm$ SE) wysokości siedzeniowej (sh) mierzonej w różnych pozycjach, od najmniejszej do największej

Znamienności różnic między kolejnymi pozycjami: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$; objaśnienia pozycji jak dla ryc. 2; s – mała „wielkość efektu”

Fig. 3. Mean values ($\pm$ SE) of sitting height (sh) measured in diverse positions, ranged by magnitude

Significance of differences between consecutive positions: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$; for numbers of positions see Fig. 2; s – small Size Effect

Błędy między powtórzeniami w pozycjach 2 i 3 były znacząco ($p < 0,05$) niższe niż w pozostałych pozycjach. Błąd między pomiarami wykonywanymi przez różne osoby był największy dla

Total between-replicate errors were significantly ($p < 0.05$) lower in positions 2 and 3 than in other positions. The between-measurer error was highest in position 1 and significantly ($p < 0.05$)

pozycji 1 i znacznie ($p < 0,05$) większy niż dla pozycji 2, 3 i 4.

Na ryc. 3 pokazano średnie wartości wysokości siedzeniowej mierzonej w różnych pozycjach. Największą wartość zanotowano dla pozycji 5 (leżącej), która jednak była obciążona największym błędem pomiaru, a najmniejszą dla pozycji 4 (siedzenie na podłodze).

Odpowiednio do wielkości pomiarów w poszczególnych pozycjach zmieniały się średnie wartości wskaźnika długości tułowia (sh/bh) – od 0,523 (poz. 4) do 0,540 (poz. 5). Wszystkie różnice między wartościami wskaźnika w kolejnych pozycjach były istotne ($p < 0,001$; tylko między pozycjami 1 i 3 $p < 0,05$).

Dyskusja

Niniejsza praca miała na celu określenie najlepszego sposobu pomiaru wysokości siedzeniowej biorąc pod uwagę wielkość błędu między powtarzanymi pomiarami w danej pozycji. Najkorzystniejsze pod tym względem okazały się pozycje 2 (siedzenie na krześle, stopy oparte na podłodze, kąty proste w stawach biodrowym i kolanowym, plecy i głowa oparte o ścianę) i 3 (siedzenie na ławie o wysokości 30 cm, stopy oparte na podłodze, kąty w wymienionych stawach mniejsze niż proste, plecy i głowa oparte o ścianę). Błąd całkowity między powtarzanymi pomiarami wykonywanymi zarówno przez jedną osobę, jak i przez różne osoby, był rzędu 0,5 cm. Zalecana [5] i często stosowana pozycja 1 (siedzenie na stole, nogi swobodnie zwieszone, tułów wyprostowany, głowa w pozycji frankfurckiej) cechowała się znacznie większymi błędami (odpowiednio ok. 0,7 i ok. 1 cm).

Ogólnie biorąc, przedstawione wyniki są porównywalne z danymi Carra i wsp. [2]; uzyskane przez nich błędy całkowite były wprawdzie mniejsze (0,26 cm dla pozycji 2), ale pomiary były przez nich wykonywane w ściśle kontrolowanych warunkach. Uzyskane przez nas wartości rzędu 0,5 cm są wg tych autorów typowe dla pomiarów wykonywanych w warunkach przeciętnych, bez rygorystycznej kontroli i asysty.

higher than in positions 2, 3 and 4.

Mean values of sitting height measured in diverse positions are shown in Fig. 3. Highest value was noted in position 5 (lying on the floor). That was, however, associated with highest between-replicate error. Lowest sitting height was noted in position 4 (sitting on the floor).

Along with the mean sitting heights in diverse positions, also mean values of the trunk length index (sh/bh) changed, ranging from 0.523 (position 4) to 0.540 (position 5). All differences between mean values of that index were significant: $p < 0.05$ between positions 1 and 3, and $p < 0.001$ between all other positions.

Discussion

The presented study aimed at finding the best way to measure sitting height, the criterion being the magnitude of the between-replicate error in measurement positions studied. Position 2 (sitting on a chair, feet resting on the floor, right angles at the knee and hip joints, back and head rested against the wall) and position 3 (sitting on a bench 30 cm high, feet resting on the floor, angles at the knee and hip joints less than 90° , back and head rested against the wall) proved the most suitable in that respect. The total error for replicated measurements, performed by either one measurer or by various measurers, was about 0.5 cm. The recommended [5] position 5 (sitting on a table as erect as possible, feet unsupported, the knees directed straight ahead with the arms and hands resting at the sides, the head in the Frankfurt Horizontal Plane) was associated with much greater errors (about 0.7 and 1 cm, respectively).

In general, the presented results are comparable with those of Carr *et al.* [2], who reported lower total errors (0.26 cm for position 2), but their measurements were conducted under strictly controlled conditions. According to them, total error of about 0.5 cm, like reported here, is typical for measurements conducted under average conditions, i.e. without a rigorous control and assistance.

Jedyna istotna różnica między danymi Carra i wsp. [2] a naszymi odnosiła się do pozycji 1; wg Carra pozycja 1 nie różniła się od pozycji 2 i 3, natomiast przedstawione wyniki wskazują, że w pozycji 1 średnia wysokość siedzeniowa była znacząco mniejsza niż w pozycjach 2 i 3, a błędy między powtórzeniami i między mierzącymi osobami były znacząco większe. Różnica ta może wynikać z faktu, że w naszych badaniach, podobnie jak w najczęściej wykonywanych pomiarach w pozycji 1 (zob. np. [5]), siedzenie na stole było bez oparcia pleców, natomiast w badaniach Carra pewne oparcie stanowiła pionowa belka antropometru. Należy tu wspomnieć o tym, że funkcjonalna asymetria kręgosłupa w pozycji siedzącej jest większa niż w pozycji stojącej [1], a może to dotyczyć szczególnie pozycji 1 (bez żadnego oparcia pleców), jak pokazują badania nad najlepszą pozycją siedzącą [3]. Fakt, że przeciętna wysokość siedzeniowa mierzona w pozycji 1 była o ponad 1 cm mniejsza niż w pozycji 2, może świadczyć o trudności w utrzymaniu prawidłowej, wyprostowanej pozycji bez oparcia pleców, zwłaszcza przez dzieci i młodzież oraz osoby starsze.

Podsumowując, najbardziej godne polecenia wydają się pozycje 2 (siedzenie na krześle, stopy oparte na podłodze, kąty proste w stawach biodrowym i kolanowym, plecy i głowa oparte o ścianę) i 3 (siedzenie na ławie o wysokości 30 cm, stopy oparte na podłodze, kąty w wymienionych stawach mniejsze niż proste, plecy i głowa oparte o ścianę), gdyż charakteryzują się największą powtarzalnością, natomiast pozycja 1, bez oparcia pleców, a także pozycja 4 (siedzenie na podłodze), obarczone są większą zmiennością pomiarów, które dodatkowo są przeciętnie mniejsze niż w pozycjach 2 i 3.

The only noteworthy difference between our findings and those of Carr *et al.* pertained to position 1; in Carr's study, no difference was found between positions 1 and 2 or 3, while in this study the mean sitting height in position 1 proved significantly lower than in positions 2 and 3, and the between-replicate and between-measurer errors were significantly higher. That difference could have been due to the fact that in this study, like in the widely performed measurements in position 1 (see e.g. [5]), sitting on a table was without back support, while in Carr's study the vertical bar of the anthropometer could provide some support. It ought to be mentioned that functional asymmetry of spine is more pronounced in sitting position than in the standing one [1], and this may be especially true for position 1 (without any back support), as shown in the study on the best position assumed when sitting [3]. The fact that the mean sitting height was in position 1 by about 1 cm shorter than in position 2, may reflect the difficulty in keeping erect sitting posture when no back rest is available, especially by children, youths and elderly subjects.

Summing up, position 2 (sitting on a chair, feet resting on the floor, right angles at the knee and hip joints, back and head rested against the wall) and position 3 (sitting on a bench 30 cm high, feet resting on the floor, angles at the knee and hip joints less than 90°, back and head rested against the wall) seem to be the most recommendable for being the best reproducible ones, while in position 1, without back support, as well as in position 4 (sitting on the floor), the measurements are much more variable and, additionally, smaller on the average compared with positions 2 and 3.

Piśmiennictwo – References

1. Biały M., Kłaptocz P., Gnat R. (2010) Functional asymmetry of the spine in standing and sitting positions. *Acta Univ. Palacki. Olomouc, Gymn.* 40(1):53-64.
2. Carr R.V., Rempel R.D., Ross W.D. (1989) Sitting height: an analysis of five measurement techniques *American Journal of Physical Anthropology* 79:339-344.

3. Czaprowski D., Leszczewska J., Sitarski D. (2014) Czy istnieje „idealna” pozycja siedząca? *Postępy Rehabilitacji* 28(3):47-54.
 4. Łaska-Mierzejewska T. (2010) Ćwiczenia z antropologii. Wyd. WSKFiT, Pruszków.
 5. National Health and Nutrition Examination Survey III (1988) Body Measurements (Anthropometry) s. 3-7,3-8.
 6. Sullivan G.M., Feinn R. (2012) Using effect size – or why the *p* value is not enough. *Journal of Graduate Medical Education* 4(3):279-282.
-

Otrzymano/Received: 6.09.2018

Przyjęto/Accepted: 28.09.2018

© Wyższa Szkoła Kultury Fizycznej i Turystyki im. Haliny Konopackiej, Pruszków

© University College of Physical Culture and Tourism, Pruszków

ISSN 2544-1639

Address for correspondence: rstupnicki@gmail.com