

Relationship between Morphological Characteristics and Motor Knowledge in Eleven-year-old Female Pupils

Lidija Vlahović¹, Bojan Babin² and Josip Babin²

¹Faculty of Philosophy, University of Split

²Faculty of Kinesiology, University of Split

Abstract

The research was conducted with the aim to determine the relationship between morphological characteristics and motor knowledge of representative teaching materials of the official curriculum for Physical education for fifth grade female pupils in elementary school. In concordance with the stated, 16 anthropological measures for the evaluation of morphological characteristics and 7 tests of representative teaching material used for the evaluation of motor knowledge were applied on a sample of 152 female pupils. The results of canonical correlation analysis conducted on the systems of morphological variables and motor knowledge variables showed that one pair of statistically significant canonical factors with the 0.61 ($p=0.00$) canonical correlation coefficient was singled out. The relationship structure of the isolated significant pair of the canonical factor showed that pupils who achieved better results in the motor knowledge tests Fast running (60 m) from low start, Handstand against vertical surface, High jump (scissors technique), Front fall over the shoulder in the dominant side, had lower values in the measures of subcutaneous fat tissue and body volume, and vice versa. The remaining three motor knowledge tests showed somewhat lower, but still negative values of correlation with the mentioned anthropological measures. The redundancy indicators showed that it is possible to evaluate only 16.51% of the motor knowledge variables group variance using the morphological characteristics group of variables, and vice versa, and further on, that it is possible to evaluate 21.57% of the morphological characteristics group of variables variance using the motor knowledge group of

variables. The obtained results showed that poorer performance of morphological knowledge in this research was undoubtedly due to endomorphic body stature of the female examinees, which was observed as a pronouncedly disturbing factor.

Key words: elementary schools; female pupils; motor learning; physical education; somatic characteristics.

Introduction

Times in which we live are marked by an expansion of scientific and technological discoveries, spreading of information and communication technologies, fast globalisation, but also by numerous positive and negative consequences (Findak, Prskalo, & Babin, 2011). In this situation, adequate bodily exercise represents an integral and necessary part of everyday life of all pupils, especially those of younger and middle school age. The reason is the fact that the body at the mentioned age is in the phase of dynamic development, and that the lack of adequate bodily exercise influences growth and development, as the normal function of all organs and organ function in a very negative way. What is more, there is also a positive influence of bodily exercise on the development of pupils' anthropological characteristics (Vlahović, 2012). The kinesiological motor knowledge represents those motor movement structures whose primary function is the development of certain dimensions of pupils' anthropological status, primarily morphological and motor characteristics. Therefore, the primary value of the mentioned knowledge is the possibility of altering certain anthropological characteristics of pupils according to a defined desired goal (Babin, 1996; Babin, Bavčević, & Prskalo 2010; Bavčević, Vlahović, & Katić, 2008).

According to Gabbard (1992) and Sanders (1992), special attention should be dedicated to the group of motor knowledge during childhood, that is, in the pre-school and early school age. The decisive role belongs to parents and all institutions conducting educational programmes, and especially kinesiology teachers (Venetsanou & Kambas, 2009). Optimum conditions for fulfilling the needs of exercising all kinds of motor knowledge should be secured, and this should be kept in mind while programming the teaching process in physical education classes (Gallahue & Ozmun, 1998).

The determination of relation between morphological characteristics and motor knowledge remains an insufficiently scientifically explored area, although it represents an actual theoretical and practical problem, with high significance for kinesiological education. This is primarily applied to the possibility of forming rational procedures for planning, programming, monitoring and evaluating physical education classes, as well as the orientation and selection of young athletes, further on, planning, programming and controlling the training process, as well as efficiently observing the development of relevant anthropological characteristics of athletes and pupils.

However, in order to adequately apply motor knowledge in kinesiological education, it is important to respect pupils' age, since it has to be based on the biological degree of development of certain abilities in the phases of development. It is possible to learn adequate motor knowledge, which is also a condition for assuming the function of

appropriate kinesiological stimulus in the development of pupils' anthropological characteristics (Vlahović, 2012).

According to Delaš (2005), the level of knowledge should be measured in order to obtain feedback on the performance of certain motor structures, and with the aim of learning progress. The measurement of learned motor movement knowledge level should be performed through the second motor stage of learning by certain assessment modes. However, during the assessment of learned motor movement knowledge level errors occur, which, according to past research in docimology, occur due to a number of reasons.

Miletić and Čular (2004), researching the difficulty analysis of motor knowledge assessment process, cited three basic disturbing factors: 1) vaguely defined programmes and assessment criteria, 2) "halo-effect", or, the subjective error during assessment caused by the general opinion of the examiner towards the examinees, 3) "contrast error" during assessment, when the examiner, based on the previous assessments, shapes an independent assessment measure, and evaluates the examinees in that way. With the aim of eliminating the mentioned errors during assessment, it is necessary to train examiners and accurately define the criteria for each grade, in all motor knowledge tests. In addition, it is necessary that all measuring instruments are validated and that they are in concordance with the specificities of the age to which they are applied, that is, that they are suitable for the age, gender and the level of learned motor movement structures.

Babin (1985) applied 4 morphological measures as predictor variables and grades within the Physical education classes, representing a criterion variable, on a sample of 130 students in the first grade of high school (age 16). The results of the regression analysis in the manifest area showed that there was no significant relationship between the morphological measures and success in Physical education classes in the sample of examined students. Positive, but low correlations of forearm circumference and body mass with the Physical education grade was obtained, affirming past results on the relationship between body volume and mass with success in kinesiological activities dominated by strength factors.

Babin, B., Bavčević and Vlahović (2013) conducted research with the aim of determining the relationship between morphological characteristics and motor knowledge of the representative teaching subjects from the Official teaching plan and programme of the Physical education in the Republic of Croatia for female pupils of fifth grades of elementary schools. The research results would contribute to the better understanding of kinesiological education, and especially in the field of planning and programming, and the execution and control of the process of bodily exercise.

Methods

According to the aim of the research, the sample of participants consisted of 152 female pupils in fifth grades in elementary schools in Split, whose chronological age was 11 years (± 6 months). The examinees attended regular Physical education classes according to the Official teaching plan and programme (Teaching plan and programme

for elementary schools, 2006). All the participants were clinically healthy and with no aberrant indicators.

The variables by which the evaluation of the morphological characteristics of the female pupils was performed consisted of 16 standard anthropometric measures, measured according to directions of the International Biological Program (IBP), by nine educated examiners.

Based on recent research (Medved, Mišigoj-Duraković, Marković, & Pavičić, 1987; Mišigoj-Duraković, Matković, & Medved, 1995) the measurement was conducted by evaluating four latent anthropometric dimensions. Each of the hypothetical morphological dimensions was evaluated using four variables, and each variable was measured three times. In this way, a group of 16 anthropological measures used in this research was formed:

- Longitudinal skeleton dimensionality – 1. *Body height* (AVIS); 2. *Leg length* (ADŽN); 3. *Arm length* (ADŽR); 4. *Foot length* (ADŽS),
- Transversal skeleton dimensionality – 5. *Knee diameter* (ADKL); 6. *Elbow diameter* (ADLK); 7. *Wrist diameter* (ADRZ); 8. *Pelvis width* (AŠRZ),
- Body mass and volume – 9. *Body mass* (ATŽT); 10. *Forearm circumference* (AOPP); 11. *Lower leg circumference* (AOPT); 12. *Medium thorax circumference* (AOGK),
- Subcutaneous fat tissue – 13. *Upper arm skin fold* (AKNN); 14. *Back skin fold* (AKNL); 15. *Abdominal skin fold* (AKNT); 16. *Lower leg skin fold* (AKNP).

Motor knowledge of female pupils was evaluated using 7 tests constructed with the help of certain representative teaching subjects envisaged in the Official teaching plan and programme of Physical education in the fifth grade of elementary schools in Croatia. The tests were evaluated by seven independent and competent examiners, by immediate observation and analytical evaluation of the better performance from the two repetitions, with grades from one to five.

The tests were constructed by the researchers (Vlahović, 2012), and they exemplified 7 representative teaching subjects from 7 teaching units:

- Running – 1 *Fast running (60 m) from low start* (MZ60M),
- Jumping – 2 *High jump (scissors technique)* (MZSUŠ),
- Hanging, pushing and climbing – 3 *Handstand against vertical surface* (MZSNR),
- Martial structures – 4 *Front fall over the shoulder in the dominant side* (MZPDN),
- Games (handball) – 5 *Basic kick from the ground* (MZŠOR),
- Games (basketball) – 6 *Standing kick from the chest with one hand* (MZŠPK),
- Games (volleyball) – 7 *Top bounce from middle volleyball position* (MZVRO).

All measurements were conducted in Physical education halls and in school playgrounds at the same time of the day, while motor knowledge tests were conducted with at least two days delay between four measuring sessions, which was the time necessary to grade all seven tests. The examiners, students of graduate studies of the Faculty of Kinesiology in Split included in the research project, attended a seminar where the procedures of measuring, evaluation and data collection were determined.

They volunteered to participate in the project after they were introduced to the research subject and examination procedure.

The total results of all measurements were calculated by Burt's method of simple summary, that is, the calculation of arithmetic means of the measured values, and as such were used in the analyses of this research.

The measurement results were first subjected to descriptive parameters analysis, the arithmetic mean was calculated (M), minimum result (Min), maximum result (Max), standard deviation (SD), distribution asymmetry (Skew), distribution elongation (Kurt) and Kolmogorov-Smirnov test of distribution normality (Max D).

With the aim of obtaining information on the relation between the group of variables of manifest morphological characteristics and motor knowledge variables, a cross correlation matrix was calculated and canonical correlation analysis was applied. The following parameters were calculated within the analysis: canonical correlation coefficient (R_c), determination coefficient (R_c^2), Bartlett's χ^2 -test value (χ^2), number of degrees of freedom (df), significance level (p), manifest variables and canonical factors correlation coefficients (F) and redundancy (Rd).

Statistica 12.0 software package was used for data analysis.

Results

Table 1 shows the parameters of descriptive statistics and Kolmogorov-Smirnov test of female pupils' morphological variables distribution normality.

Table 1

Descriptive statistics and Kolmogorov-Smirnov test of female pupils' morphological variables distribution normality (M – arithmetic mean, SD – standard deviation, Min – minimum result, Max – maximum result, Skew – asymmetry, Kurt – elongations, Max D – Kolmogorov-Smirnov test)

Variable	M	SD	Min	Max	Skew	Kurt	Max D
AVIS	154.44	7.83	137.40	178.90	0.45	-0.00	0.06
ADŽN	83.34	4.86	79.43	105.00	0.47	0.13	0.06
ADŽR	66.43	3.80	57.56	78.23	0.41	-0.05	0.09
ADŽS	23.95	1.26	20.56	27.56	0.33	0.05	0.07
ADKL	8.72	0.54	7.66	10.36	0.52	-0.15	0.08
ADLK	5.81	0.35	5.10	6.70	0.24	-0.41	0.08
ADRZ	4.87	0.29	4.06	5.60	-0.11	-0.08	0.06
AŠRZ	24.50	2.07	20.46	30.43	0.39	-0.11	0.07
ATŽT	46.06	10.71	30.00	80.50	0.95	0.53	0.10
AOPP	20.48	1.87	16.40	25.63	0.35	-0.34	0.07
AOPT	31.85	3.16	25.06	39.50	0.52	-0.24	0.12
AOGK	75.78	7.78	62.06	100.46	0.81	0.52	0.07
AKNN	15.22	5.26	6.20	31.73	0.71	0.19	0.08
AKNL	11.29	6.17	4.46	34.40	1.72	2.97	0.17
AKNT	19.11	8.54	4.13	44.73	0.47	-0.29	0.06
AKNP	18.31	7.00	8.33	38.20	0.88	0.14	0.10

Critical value of KS-test = 0.13; p = 0.01

Legend: AVIS – Body height; ADŽN – Leg length; ADŽR – Arm length; ADŽS – Foot length; ADKL – Knee diameter; ADLK – Elbow diameter; ADRZ – Wrist diameter; AŠRZ – Pelvis width; ATŽT – Body mass; AOPP – Forearm circumference; AOPT – Lower leg circumference; AOGK – Medium thorax circumference; AKNN – Upper arm skin fold; AKNL – Back skin fold; AKNT – Abdominal skin fold; AKNP – Lower leg skin fold

Analysis of the indicator value for the descriptive parameters of female pupils' morphological characteristics evaluation variables indicate that most variables showed the expected parameters, in the sense of forming a distribution while measuring morphological variables. Data distribution, for which it can be determined at the 0.01 error degree (*KS-test* = 0.13) that they do not significantly deviate from a normal Gauss distribution, was shown for all the variables except for the *Back skin fold* (AKNL; Max D = 0.17).

Table 2 shows descriptive statistics parameters and data distribution normality test for female pupils' motor knowledge evaluation variables.

Table 2

Descriptive statistics parameters and Kolmogorov-Smirnov test for female pupils' motor knowledge variables distribution (M – arithmetic mean, SD – standard deviation, Min – minimum result, Max – maximum result, Skew – asymmetry, Kurt – elongation, Max D – Kolmogorov-Smirnov test)

Variable	M	SD	Min	Max	Skew	Kurt	Max D
MZ60M	2.73	0.69	1.57	4.85	0.63	-0.13	0.10
MZSUŠ	2.47	0.93	1.00	4.71	0.30	-0.65	0.07
MZSNR	1.86	1.26	1.00	5.00	1.30	0.23	0.28
MZPDN	1.42	0.64	1.00	4.28	1.98	3.92	0.26
MZŠOR	2.29	0.81	1.00	4.28	0.32	-0.75	0.08
MZŠPK	1.97	0.64	1.00	3.85	0.61	0.05	0.10
MZVRO	2.22	1.07	1.00	5.00	0.83	0.15	0.12

Critical value of *KS-test* = 0.13; *p* = 0.01

Legend: MZ60M – Fast running (60 m) from low start; MZSUŠ – High jump (scissors technique); MZSNR – Handstand against vertical surface; MZPDN – Front fall over the shoulder in the dominant side; MZŠOR – Basic kick from the ground (handball); MZŠPK – Standing kick from the chest with one hand (basketball); MZVRO – Top bounce from middle volleyball position (volleyball)

While analysing the sensitivity of coefficients size in variables for female pupils' motor knowledge evaluation, the results showed that *Handstand against vertical surface* (MZSNR; Max D=0.28) and *Front fall over the shoulder in the dominant side* (MZPDN; Max D=0.26) with the 0.01 error degree and 0.13 *KS-test* value significantly deviated from the normal distribution. The flattening and obliqueness coefficients value for the *Handstand against vertical surface* (MZSNR) were within the range from 1.30 (*Skew*) to 0.23 (*Kurt*), and for the variable *Front fall over the shoulder in the dominant side* (MZPDN) in the range from 1.98 (*Skew*) to 3.92 (*Kurt*). Based on the mentioned value it can be determined that these two variables did not have a normal distribution. All the remaining variables of motor knowledge showed that the maximum deviation between the empirical and theoretical relative cumulative frequencies (*Max D*) did not pass the critical value of *KS-test* (0.13) and were within the 0.07 and 0.12 range. Therefore, it is possible to conclude that the applied tests of motor knowledge did not show a statistically significant deviation from a normal distribution.

Table 3 shows the matrix of cross correlations of morphological measures and female pupils' motor knowledge tests.

Table 3

Matrix of cross correlations of morphological measures and female pupils' motor knowledge test

Variable	MZ60M	MZSUŠ	MZSNR	MZPDN	MZŠOR	MZŠPK	MZVRO
AVIS	-0.30	-0.17	-0.15	-0.11	-0.28	0.01	-0.02
ADŽN	-0.28	-0.19	-0.19	-0.12	-0.29	-0.01	-0.05
ADŽR	-0.28	-0.19	-0.13	-0.11	-0.27	-0.00	-0.00
ADŽS	-0.30	-0.23	-0.09	-0.16	-0.22	-0.00	-0.02
ADKL	-0.25	-0.22	-0.19	-0.12	-0.26	-0.10	-0.05
ADLK	-0.14	-0.09	-0.04	-0.01	-0.27	-0.01	-0.00
ADRZ	-0.10	-0.11	-0.05	-0.03	-0.22	0.09	0.11
AŠRZ	-0.33	-0.24	-0.24	-0.16	-0.25	-0.05	-0.06
ATŽT	-0.42	-0.31	-0.30	-0.22	-0.34	-0.12	-0.12
AOPP	-0.37	-0.25	-0.21	-0.20	-0.28	-0.09	-0.12
AOPT	-0.38	-0.33	-0.27	-0.22	-0.30	-0.12	-0.13
AOGK	-0.36	-0.22	-0.24	-0.15	-0.28	-0.08	-0.06
AKNN	-0.41	-0.28	-0.34	-0.29	-0.24	-0.22	-0.13
AKNL	-0.39	-0.26	-0.36	-0.26	-0.27	-0.17	-0.22
AKNT	-0.42	-0.32	-0.42	-0.29	-0.34	-0.16	-0.14
AKNP	-0.34	-0.30	-0.34	-0.27	-0.30	-0.17	-0.20

The results of cross correlations of morphological characteristics and female pupils' motor knowledge at the $p=0.01$ level of significance showed that half of the two groups of variables indicated statistically negative coefficients, with negative correlations.

The *Basic kick from the ground (handball)* (MZŠOR) motor knowledge variable is the only one that showed significant correlation coefficients with all morphological characteristics group variables. The highest correlation coefficients of -0.34 were noted in the *Body mass* (ATŽT) and *Abdominal skin fold* (AKNT). Somewhat lower correlation coefficients of -0.30 were observed in *Lower leg circumference* (AOPT) and *Lower leg skin fold* (AKNP). The remaining morphological variables showed low to medium high values of correlation coefficients, ranging from -0.22 to -0.29.

Fast running (60 m) from low start (MZ60M) showed the highest values of correlation coefficients with the morphological variables that evaluate subcutaneous fat tissue, with values ranging from -0.34 to -0.42, then with variables that evaluate body mass and volume, with values ranging from -0.36 to -0.42. It had somewhat lower correlation coefficients with the longitudinal skeleton dimensionality variables, with values ranging from -0.28 to -0.30. The variables used in transversal skeleton dimensionality evaluation *Pelvis width* (AŠRZ; -0.33) and *Knee diameter* (ADKL; -0.25) had significant correlation coefficients, while *Elbow diameter* (ADLK; -0.14) and *Wrist diameter* (ADRZ; -0.10) did not show a statistically significant correlation.

High jump (scissors technique) (MZSUŠ) primarily showed significant correlation coefficients with all variables that evaluate body mass and volume, and subcutaneous fat tissue, with values ranging from -0.22 to -0.33, that is, from low to medium correlation values. The *Pelvis width* (AŠRZ; -0.24), *Foot length* (ADŽS; -0.23) and *Knee diameter* (ADKL; -0.22) had low, but still significant correlation coefficients, while the remaining five morphological variables did not show statistical significance of correlation coefficients, with coefficients from -0.09 to -0.19.

Handstand against vertical surface (MZSNR), same as the previous variable, was linearly connected to all subcutaneous fat tissue variables, with coefficients ranging from -0.34 to -0.42, and with variables that evaluate body mass and volume, except for the *Forearm circumference* (AOPP; -0.21), whose coefficient values were from -0.24 to -0.30. Further on, besides the *Pelvis width* (AŠRZ; -0.24), the remaining seven morphological variables did not show significant correlation coefficients (from -0.05 to -0.19).

Front fall over the shoulder in the dominant side (MZPDN) is a variable of motor knowledge that primarily showed significant correlation coefficients with all morphological variables evaluating subcutaneous fat tissue, with coefficient values from -0.26 to -0.29. Except for the two body mass and volume variables, *Body mass* (ATŽT; -0.22) and *Lower leg circumference* (AOPT; -0.22), all the remaining morphological variables did not have significant correlation coefficients, and the coefficients varied from -0.01 to -0.20.

Two remaining motor knowledge variables, *Standing kick from the chest with one hand (basketball)* (MZŠPK) and *Top bounce from middle volleyball position (volleyball)* (MZVRO) showed very low, but still significant correlation with one variable that evaluates subcutaneous fat tissue with a significance coefficient of -0.22, while these two variables of motor knowledge did not show coefficients of significant relation with other morphological variables (from -0.00 to -0.20).

Table 4 shows the results of canonical correlation analysis of morphological characteristics variables and motor knowledge in female pupils.

The results of the canonical correlation analysis conducted between the systems of morphological variables and female pupils' motor knowledge variables showed that one pair of statistically significant canonical factors was singled out, with 0.61 ($R_c=0.61$) canonical correlation coefficients and 0.38 ($R_c^2=0.38$) canonical correlation determination coefficient. The statistical significance of the obtained pair of canonical factors was confirmed by the results of Bartlett's χ^2 -test ($\chi^2=177.00$; $df=112$; $p=0.00$).

The canonical factor in the area of morphological characteristics variables was mostly defined by the variables that evaluate subcutaneous fat tissue (from 0.68 to 0.80), followed by the variables evaluating body mass and volume (from 0.58 to 0.71). The variables of transversal skeleton dimensionality *Pelvis width* (AŠRZ; 0.55) and *Knee diameter* (ADKL; 0.42) showed higher values than the *Elbow diameter* (ADLK; 0.20) and *Wrist diameter* (ADRZ; 0.16). All the variables that evaluate longitudinal skeleton dimensionality had similar correlation coefficients, with the range from 0.43 to 0.47.

Table 4

Canonical correlation analysis of morphological characteristics variables and motor knowledge in female pupils (R_c – canonical correlation coefficient, R_c^2 – canonical correlation determination coefficient, χ^2 – value of χ^2 -test, df – number of degrees of freedom, p – significance level, F – manifest variables and canonical factor correlation coefficients, R_d – redundancy)

R_c	0.61		
R_c^2	0.38		
χ^2	177.00		
df	112		
p	0.00		
Variable	F_1	Variable	F_1
AVIS	0.45	MK60M	-0.88
ADŽN	0.47	MKHJS	-0.65
ADŽR	0.43	MKHFS	-0.74
ADŽS	0.44	MKFFDS	-0.63
ADKL	0.42	MKBKG	-0.51
ADLK	0.20	MKSKC	-0.30
ADRZ	0.16	MKTBM	-0.40
AŠRZ	0.55		
ATŽT	0.71		
AOPP	0.60		
AOPT	0.66		
AOGK	0.58		
AKNN	0.71		
AKNL	0.72		
AKNT	0.80		
AKNP	0.68		
R_d	16.51%		21.57%

The canonical factor in the area of morphological knowledge was mostly defined by the *Fast running (60 m) from low start* (MZ60M; -0.88) and *Handstand against vertical surface* (MZSN; -0.74). Slightly lower but still significant coefficients were obtained for the variables *High jump (scissors technique)* (MZSUŠ; -0.65), *Front fall over the shoulder in the dominant side* (MZPDN; -0.63) and *Standing kick from the chest with one hand (handbal)* (MZŠPK; -0.51). The lowest coefficients of canonical correlation in this set of variables is shown by the test *Top bounce from middle volleyball position (volleyball)* (MZVRO -0.40) and the test *Standing kick from the chest with one hand (basketball)* (MZŠPK -0.30).

The redundancy indicators showed that the group of morphological characteristics variables enabled the evaluation of only 16.51% of motor knowledge variables group variance and vice versa, that the group of motor knowledge variables enabled evaluation of 21.57% of morphological characteristics variables group variance.

Discussion and Conclusion

Comparing the results with the orientation values of eleven-year-old female pupils published in "NORME" (Findak, Metikoš, Mraković, & Neljak, 1996), it is obvious that in this research pupils showed above average values regarding body mass and height and forearm circumference, while the values of subcutaneous fat tissue were below average.

Regarding the interpretation of canonical relation, the usual rule that the linear value increase of canonical factor variables of the resulting vector from the first analysed area corresponds with the proportionally linear growth of canonical factor variables of the resulting vector values from the other analysed area, and vice versa, was applied, but under the condition that there is a statistically significant correlation between the two examined systems of variables.

Therefore, the relationship structure of one isolated significant couple of canonical factors showed that female pupils who achieved better results in motor knowledge tests *Fast running (60 m) from low start (MZ60M)*, *Handstand against vertical surface (MZSNR)*, *High jump (scissors technique) (MZSUŠ)*, *Front fall over the shoulder in the dominant side (MZPDN)* had lower values in the measures of subcutaneous fat tissue and body volume, and vice versa. Somewhat lower, but still negative correlation values with the listed anthropological measures were obtained through remaining three motor knowledge tests. The obtained results point to the conclusion that poorer performance of motor knowledge is due to endomorphic body stature of the examinees that was observed as a pronouncedly disturbing factor in this research.

The quality of the kinesiological education process depends on a number of factors. One of the deciding factors is the acquaintance with the actual state of ability, characteristics and knowledge of students, as well as transformational values of certain kinesiological operators, that is, the teaching material (Findak, 1997, 2003). Knowing the structure of kinesiological operators enables planning and programming and carrying out the process of bodily exercise while achieving optimum work efficiency. The results of the research conducted give insight into the relationship structure of morphological characteristics and motor knowledge of female pupils. Therefore, the results are directly applicable in Physical education classes as a basis of understating specification models of certain kinesiological structures that represent a significant factor in the optimisation of planning and programming and conducting evaluations of kinesiological education process.

Acknowledgement

The research was conducted as part of the scientific project of Kinesiological education in pre-school and primary education, approved by the Ministry of Science, Education and Sports of the Republic of Croatia (project code: 227-2271694-1696)

References

- Babin, J. (1985). Relacije nekih morfoloških karakteristika i uspjeha u tjelesnom odgoju kod učenika usmjerenog obrazovanja. *Fizička kultura*, 39(3), 168-169.
- Babin, J. (1996). *Utjecaj posebnog programa tjelesne i zdravstvene kulture na neke morfološke karakteristike i motoričke sposobnosti učenika prvog razreda osnovne škole. (Doctoral dissertation)*. Skoplje: Fakultet za fizičku kulturu Sveučilišta „Sv. Kiril i Metodij“ u Skoplju.
- Babin, B., Bavčević, T., & Vlahović, L. (2013). Relations of Motor Abilities and Motor Skills in 11-Year-old Pupils. *Croatian Journal of Education*, 15(2), 251-274.
- Babin, J., Bavčević, T., & Prskalo, I. (2010). Comparative analysis of the specially programmed kinesiological activity on motor area structural changes of male pupils aged 6 to 8. *Odgojne znanosti*, 12(1), 79-96.
- Bavčević, T., Vlahović, L., & Katić, R. (2008). Influence of specially programmed PE lessons on the structure of relation between morphological-motor area and basic kinesiological manifestations of 7-year-old pupils. In D. Milanović, & F. Prot (Eds.), *Proceedings Book of 5th International Scientific Conference on Kinesiology – Kinesiology research trends and applications, Zagreb, 2008* (pp. 490-494). Zagreb: Faculty of Kinesiology, University of Zagreb.
- Delaš, S. (2005). *Relacije između nekih morfoloških karakteristika, motoričkih sposobnosti i stupnja usvojenosti motoričkih struktura iz sportske gimnastike u 6. razredu osnovne škole. (Master's thesis, Faculty of Kinesiology, University of Zagreb)*. Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
- Findak, V. (1997). *Programiranje u tjelesnoj i zdravstvenoj kulturi*. Zagreb: Školske novine.
- Findak, V. (2003). *Metodika tjelesne i zdravstvene kulture – priručnik za nastavnike tjelesne i zdravstvene kulture*. Zagreb: Školska knjiga.
- Findak, V., Metikoš, D., Mraković, M., & Neljak, B. (1996). *Primijenjena kineziologija u školstvu – NORME*. Zagreb: Hrvatski pedagoško-književni zbor.
- Findak, V., Prskalo, I., & Babin, J. (2011). *Sat tjelesne i zdravstvene kulture u primarnoj edukaciji*. Zagreb: Učiteljski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
- Gabbard, C. (1992). *Lifelong Motor Development*. Brown: Dubuque.
- Medved, R., Mišigoj-Duraković, M., Marković, B. R., & Pavičić, L. (1987). Pokazatelji rasta školske djece i omladine ženskog spola uzrasta od 8 – 18 godina. *Športsko-medicinski glasnik*, 24(3-4), 5-9.
- Mišigoj-Duraković, M., Matković, B., & Medved, R. (1995). *Morfološka antropometrija u sportu*. Zagreb: Fakultet za fizičku kulturu Sveučilišta u Zagrebu.
- Miletić, Đ., & Čular, D. (2004). Neke teorijske spoznaje o problemima ocjenjivanja motoričkih znanja. In V. Findak (Ed.), *Zbornik radova 13. ljetne škole kineziologa republike Hrvatske „Vrednovanje u području edukacije, sporta i sportske rekreacije“*, Rovinj, 2004 (pp. 155-159). Zagreb: Hrvatski kineziološki savez.
- Nastavni plan i program za osnovnu školu* (2006). Republika Hrvatska, Zagreb: Ministarstvo znanosti, obrazovanja i športa.
- Sanders, S. W. (1992). *Designing Preschool Movement Program*. Champaign, IL: Human Kinetics.

Venetsanou, F., & Kambas, A. (2009). Environmental factors affecting preschoolers' motor development. *Early Childhood Education Journal*, 37, 319-327. <http://dx.doi.org/10.1007/s10643-009-0350-z>

Vlahović, L. (2012). *Vrednovanje motoričkih znanja kod učenika petih razreda osnovne škole. (Doctoral dissertation, Faculty of Kinesiology, University of Split)*. Split: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Splitu.

Lidija Vlahović

Faculty of Philosophy, University of Split
Sinjska 2, 21000 Split, Croatia
lidijav@ffst.hr

Bojan Babin

Faculty of Kinesiology, University of Split
Teslina 6, 21000 Split, Croatia
bojbab@kifst.hr

Josip Babin

Faculty of Kinesiology, University of Split
Teslina 6, 21000 Split, Croatia
jbabin@kifst.hr

Povezanost morfoloških karakteristika i motoričkih znanja kod jedanaestogodišnjih učenica

Sažetak

Istraživanje je provedeno s ciljem utvrđivanja povezanosti morfoloških karakteristika i motoričkih znanja reprezentativnih nastavnih tema službenog plana i programa tjelesne i zdravstvene kulture za učenice petih razreda osnovne škole. U skladu s navedenim na uzorku od 152 učenice u dobi od 11 godina primijenjeno je 16 antropometrijskih mjera za procjenu morfoloških karakteristika i 7 testova reprezentativnih nastavnih tema za procjenu motoričkih znanja. Rezultati kanoničke korelacijske analize provedene između sustava morfoloških varijabli i varijabli motoričkih znanja učenica pokazuju kako je izdvojen jedan par statistički značajnih kanoničkih faktora s koeficijentom kanoničke korelacije od 0,61 ($p = 0,00$). Struktura relacija izoliranog značajnog para kanoničkog faktora pokazala je da su učenice koje su postigle bolje ocjene u testovima motoričkih znanja Brzo trčanje do 60 m iz niskog starta, Stoj na rukama uz okomitu plohu, Skok u vis prekoračnom tehnikom „škare“ i Pad naprijed preko ramena u dominantnu stranu imale niže vrijednosti u mjerama potkožnog masnog tkiva i voluminoznosti tijela, i obrnuto. Nešto niže, ali također negativne vrijednosti korelacije s navedenim antropometrijskim mjerama pokazala su i preostala tri testa motoričkih znanja. Pokazatelji redundancije ukazuju na to kako je skupom varijabli morfoloških karakteristika moguće procijeniti samo 16,51 % varijance skupa varijabli motoričkih znanja i obrnuto kako je skupom varijabli motoričkih znanja moguće procijeniti 21,57 % varijance skupa varijabli morfoloških karakteristika. Dobiveni rezultati upućuju na zaključak da je za lošije izvođenje motoričkih znanja u ovom istraživanju nesumnjivo odgovorna endomorfna tjelesna građa ispitanica, koja se predstavila kao izraziti remeteći faktor.

Ključne riječi: motoričko učenje; tjelesna i zdravstvena kultura; osnovna škola; učenice; somatske karakteristike.

Uvod

Vrijeme u kojem živimo ne prati samo ekspanzija znanstvenih i tehnoloških otkrića, rasprostiranje informatičkih i komunikacijskih tehnologija te ubrzana globalizacija,

nego i mnogobrojne posljedice s pozitivnim i negativnim predznakom (Findak, Prskalo i Babin, 2011). U takvoj situaciji primjereno tjelesno vježbanje predstavlja za sve učenike, a poglavito za učenike mlađe i srednje školske dobi sastavni i nužni dio njihove svakodnevnice. Ne samo zbog toga što se organizam učenika navedene dobi nalazi u dinamičnom razvoju, što nedostatak primjerene tjelesne aktivnosti vrlo nepovoljno utječe na rast i razvoj učenika te dobi i na normalno funkcioniranje svih organa i organskih funkcija, već i zbog toga što adekvatno tjelesno vježbanje pridonosi razvoju njihovih antropoloških obilježja (Vlahović, 2012). Kineziološka motorička znanja predstavljaju one motoričke strukture kretanja čija je primarna funkcija razvoj pojedinih dimenzija antropološkog statusa učenika, i to u prvom redu morfoloških i motoričkih obilježja. Stoga je primarna vrijednost navedenih znanja u mogućnosti da se pojedina antropološka obilježja učenika mijenjaju prema unaprijed definiranom željenom cilju (Babin, 1996; Babin, Bavčević i Prskalo 2010; Bavčević, Vlahović i Katić, 2008).

Prema Gabbardu (1992) i Sandersu (1992) skupu motoričkih znanja treba posvetiti posebnu pažnju tijekom djetinjstva, tj. u predškolskom odgoju i najmlađem školskom uzrastu. Za navedeno presudnu ulogu imaju roditelji, kao i sve institucije koje ostvaruju odgojno-obrazovne programe, a posebno značajnu ulogu imaju nastavnici kineziologije (Venetsanou i Kambas, 2009). Učenicima se stoga moraju pružiti optimalni uvjeti za podmirenje potreba za uvježbavanjem svih oblika i vrsta motoričkog znanja, a o čemu se posebno mora voditi računa pri programiranju nastavnog procesa u tjelesnoj i zdravstvenoj kulturi (Gallahue i Ozmun, 1998).

Utvrđivanje povezanosti morfoloških karakteristika s motoričkim znanjima još je uvijek nedovoljno znanstveno istraženo područje iako predstavlja vrlo aktualan teorijski i praktični problem koji je od izrazite važnosti za kineziološku edukaciju. To se ponajprije odnosi na mogućnost formiranja racionalnih postupaka za planiranje, programiranje, praćenje i vrednovanje u nastavi tjelesne i zdravstvene kulture, za orijentaciju i selekciju mladih sportaša, planiranje, programiranje i kontrolu trenažnog procesa, kao i za djelotvorno praćenje razvoja relevantnih antropoloških obilježja sportaša i učenika.

Međutim, da bismo adekvatno primijenili motorička znanja u kineziološkoj edukaciji, bitno je respektirati uzrast učenika s obzirom na to da se ona moraju temeljiti na biološkom stupnju razvoja određenih sposobnosti u pojedinim fazama rasta i razvoja, jer je moguće djelotvorno usvajati samo primjereno motoričko znanje, što je preduvjet da ono istodobno poprimi i funkciju primjerenog kineziološkog stimulusa u razvoju antropoloških obilježja učenika (Vlahović, 2012).

Prema Delaš (2005), s ciljem dobivanja povratnih informacija o izvođenju pojedinih motoričkih struktura, a u cilju napredovanja u učenju, treba izmjeriti razinu znanja. Mjerenje razine znanja naučenog motoričkog gibanja trebalo bi provoditi tijekom drugog motoričkog stadij učenja određenim načinima procjenjivanja. Međutim, prilikom ocjenjivanja razine naučenog motoričkog gibanja javljaju se pogreške, koje prema dosadašnjim dokimološkim istraživanjima nastaju zbog niza razloga.

Miletić i Čular (2004) u sklopu analize poteškoća u procesu ocjenjivanja motoričkih znanja navode tri osnovna remeteća faktora: 1) *nejasno definirani programi i kriteriji ocjenjivanja*, 2) „*halo-efekt*“ ili subjektivna pogreška pri ocjenjivanju izazvana općim stavom koji ocjenjivač ima u odnosu prema ispitaniku, 3) „*pogreška kontrasta*“ pri ocjenjivanju ili pojava kada ocjenjivač na temelju prethodnih ocjenjivanja ispitanika oblikuje samostalno mjerilo ocjenjivanja, pa tako ispitanike i ocjenjuje. S ciljem otklanjanja navedenih pogrešaka prilikom ocjenjivanja potrebno je educirati ocjenjivače i točno definirati kriterije za svaku ocjenu u svim testovima motoričkih znanja. Također, neophodno je da svi mjerni instrumenti budu validirani i da su usklađeni sa specifičnostima uzrasta na kojem se primjenjuju, što znači prilagođeni dobi, spolu i razini već usvojenih motoričkih struktura gibanja.

Babin (1985) je na uzorku od 130 učenika prvog razreda srednje škole (uzrast od 16 godina) primijenio 4 morfološke mjere kao varijable prediktora i ocjene iz predmeta tjelesni odgoj koja je predstavljala varijablu kriterija. Rezultati regresijske analize u manifestnom prostoru pokazali su da nema značajne povezanosti morfoloških mjera i uspjeha u tjelesnom odgoju na uzorku ispitivanih učenika. Dobivene su pozitivne, ali niske korelacije opsega podlaktice i mase tijela s ocjenom tjelesnog odgoja, a što potvrđuje dosadašnje rezultate o povezanosti mjera volumena i mase tijela s uspjehom u kineziološkim aktivnostima u kojima dominiraju faktori snage.

Babin, B., Bavčević i Vlahović (2013) proveli su istraživanje s ciljem utvrđivanja relacija između motoričkih sposobnosti i motoričkih znanja reprezentativnih nastavnih tema službenog plana i programa tjelesne i zdravstvene kulture za učenike petih razreda osnovne škole. Na uzorku od 152 učenika u dobi od 11 godina primijenjen je 21 test za procjenu motoričkih sposobnosti i 7 testova za procjenu motoričkih znanja. Rezultati korelacijske analize ukazali su na visok stupanja linearne povezanosti dvaju promatranih skupova.

Ovo istraživanje provedeno je s ciljem utvrđivanja povezanosti morfoloških karakteristika i motoričkih znanja reprezentativnih nastavnih tema iz službenog Nastavnog plana i programa tjelesne i zdravstvene kulture Republike Hrvatske za učenice petih razreda osnovne škole. Rezultati istraživanja pridonijet će boljem razumijevanju kineziološke edukacije, a posebno u domeni planiranja i programiranja, kao i provedbi i kontroli procesa tjelesnog vježbanja.

Metode

Prema postavljenom cilju istraživanja uzorak ispitanika činile su 152 učenice petih razreda osnovnih škola u Splitu, kronološke dobi 11 godina (± 6 mjeseci) koje su pohađale redovitu nastavu tjelesne i zdravstvene kulture po službenom nastavnom planu i programu (Nastavni plan i program za osnovnu školu, 2006). Sve ispitanice bile su klinički zdrave i bez aberantnih pojava.

Varijable kojima je izvršena procjena morfoloških karakteristika učenica činilo je 16 standardnih antropometrijskih mjera, izmjerenih prema naputcima Međunarodnog

biološkog programa (International Biological Program – IBP), koje je utvrdilo devet educiranih mjerilaca.

Na temelju dosadašnjih istraživanja (Medved, Mišigoj-Duraković, Marković i Pavičić, 1987; Mišigoj-Duraković, Matković i Medved, 1995) mjerenja su izvršena tako da procjenjuju 4 latentne antropometrijske dimenzije. Svaka od hipotetskih morfoloških dimenzija procijenjena je s četiri varijable, a svaka varijabla mjerena je po tri puta. Na taj način formiran je skup od 16 sljedećih antropometrijskih mjera koje su se koristile za potrebe ovog istraživanja:

- longitudinalna dimenzionalnost skeleta – 1. *Visina tijela* (AVIS), 2. *Dužina noge* (ADŽN), 3. *Dužina ruke* (ADŽR), 4. *Dužina stopala* (ADŽS),
- transverzalna dimenzionalnost skeleta – 5. *Dijametar koljena* (ADKL), 6. *Dijametar lakta* (ADLK), 7. *Dijametar ručnog zgloba* (ADRZ), 8. *Širina zdjelice* (AŠRZ),
- volumen i masa tijela – 9. *Težina tijela* (ATŽT); 10. *Opseg podlaktice* (AOPP); 11. *Opseg potkoljenice* (AOPT); 12. *Srednji opseg grudnog koša* (AOGK),
- potkožno masno tkivo – 13. *Kožni nabor nadlaktice* (AKNN); 14. *Kožni nabor leđa* (AKNL); 15. *Kožni nabor trbuha* (AKNT); 16. *Kožni nabor potkoljenice* (AKNP).

Motorička znanja učenica procijenjena su upotrebom 7 testova koji su konstruirani iz pojedinih reprezentativnih nastavnih tema koje predviđa nastavni plan i program tjelesne i zdravstvene kulture Republike Hrvatske za učenice 5. razreda osnovne škole. Testove je ocijenilo sedam neovisnih kompetentnih ocjenjivača neposrednim promatranjem i analitičkim vrednovanjem bolje izvedbe iz dva pokušaja s ocjenama od 1 do 5.

Testove su konstruirali istraživači (Vlahović, 2012), a predstavljali su 7 reprezentativnih nastavnih tema iz 7 nastavnih cjelina i to:

- trčanja – 1. *Brzo trčanje do 60 m iz niskog starta* (MZ60M),
- skakanja – 2. *Skok u vis prekoračnom tehnikom „škare“* (MZSUŠ),
- višenja, upiranja i penjanja – 3. *Stoj na rukama uz okomitu plohu* (MZSNR),
- borilačke strukture – 4. *Pad naprijed preko ramena u dominantnu stranu* (MZPDN),
- igre (rukomet) – 5. *Šut s tla osnovnim načinom* (MZŠOR),
- igre (košarka) – 6. *Šut jednom rukom s prsiju iz mjesta* (MZŠPK),
- igre (odbojka) – 7. *Vršno odbijanje iz srednjeg odbojkaškog stava (odbojka)* (MZVRO).

Sva mjerenja provedena su u dvoranama za tjelesnu i zdravstvenu kulturu i na školskim igralištima u isto doba dana s napomenom da su testiranja motoričkih znanja provedena s razmakom od najmanje dva dana između četiri mjerenja, koliko je bilo potrebno da se ocijeni svih sedam testova. Mjerioci, studenti diplomskog studija Kineziološkog fakulteta Sveučilišta u Splitu, koji su bili uključeni u projekt istraživanja, prošli su prije ispitivanja seminar putem kojeg su utvrđeni postupci mjerenja i vrednovanja, kao i prikupljanja podataka. Oni su se u projekt uključili dobrovoljno, nakon što su upoznati s predmetom istraživanja i ispitnom procedurom.

Ukupan rezultat svih mjerenja izračunat je Burtovom metodom jednostavne sumacije, tj. izračunavanjem aritmetičke sredine izmjerenih vrijednosti i kao takav se koristio u analizama ovog istraživanja.

Rezultati mjerenja najprije su podvrgnuti analizi deskriptivnih parametara, a u sklopu čega je izračunata aritmetička sredina (AM), minimalni rezultat (Min), maksimalni rezultat (Max), standardna devijacija (SD), asimetričnost distribucije (Skew), izduženost distribucije (Kurt) i Kolmogorov-Smirnovljev test normaliteta distribucije (Max D).

U cilju dobivanja informacija o povezanosti između skupa varijabli manifestnih morfoloških karakteristika i varijabli motoričkih znanja, izračunata je matrica kroskorelacija te je primijenjena kanonička korelacijska analiza. U sklopu analize izračunati su sljedeći parametri: koeficijent kanoničke korelacije (R_c), koeficijent determinacije (R_c^2), vrijednost Bartlettova χ^2 -testa (χ^2), broj stupnjeva slobode (df), razina značajnosti (p), koeficijenti korelacije manifestnih varijabli i kanoničkih faktora (F) i redundancija (Rd).

Za analizu podataka koristio se softverski paket Statistica 12,0 for Windows.

Rezultati

U tablici 1 prikazani su parametri deskriptivne statistike i Kolmogorov-Smirnovljev test normaliteta distribucije morfoloških varijabli učenica.

Tablica 1

Analizirajući vrijednosti pokazatelja deskriptivnih parametara varijabli za procjenu morfoloških karakteristika učenica, vidljivo je kako većina varijabli pokazuje uglavnom očekivane parametre u smislu formiranja distribucije kod mjerenja morfoloških varijabli. Distribucije podataka, za koje se može ustvrditi uz stupanj pogreške od 0,01 ($KS\text{-test} = 0,13$) da ne odstupaju značajno od normalne Gaussove raspodjele, pokazuju sve varijable osim varijable *Kožni nabor leđa* (AKNL; Max D = 0,17).

U tablici 2 prikazani su parametri deskriptivne statistike i test normaliteta distribucije podataka varijabli za procjenu motoričkih znanja učenica.

Tablica 2

Analizirajući veličinu koeficijenata osjetljivosti kod varijabli za procjenu motoričkih znanja učenica, rezultati pokazuju kako varijable *Stoj na rukama uz okomitu plohu* (MZSNR; Max D = 0,28) i *Pad naprijed preko ramena u dominantnu stranu* (MZPDN; Max D = 0,26) uz stupanj pogreške od 0,01 i vrijednost KS-testa od 0,13 značajno odstupaju od normalne raspodjele. Vrijednosti koeficijenata spljoštenosti i zakrivljenosti za varijablu *Stoj na rukama uz okomitu plohu* (MZSNR) kreću se u rasponu od 1,30 (*Skew*) do 0,23 (*Kurt*), a za varijablu *Pad naprijed preko ramena u dominantnu stranu* (MZPDN) u rasponu od 1,98 (*Skew*) do 3,92 (*Kurt*) te se na temelju navedenih vrijednosti može ustvrditi da te dvije varijable nemaju normalnu distribuciju. Sve ostale varijable motoričkih znanja pokazuju da maksimalna odstupanja između empirijskih i teorijskih relativnih kumulativnih frekvencija (*Max D*) ne prelaze kritičnu vrijednost KS-testa (0,13) i kreću se u rasponu od 0,07 do 0,12 te je moguće zaključiti da primijenjeni testovi motoričkih znanja ne pokazuju statistički značajno odstupanje od normalne distribucije.

U tablici 3 prikazana je matrica kroskorelacija morfoloških mjera i testova motoričkih znanja učenica.

Tablica 3

Rezultati kroskorelacija varijabli morfoloških karakteristika i motoričkih znanja učenica na nivou značajnosti od $p = 0,01$ ukazuju kako polovina dvaju skupova varijabli pokazuje statistički značajne koeficijente i to negativnih korelacija.

Varijabla motoričkih znanja *Šut s tla osnovnim načinom (rukomet) (MZŠOR)* jedina je koja pokazuje značajne koeficijente korelacije sa svim varijablama skupa morfoloških karakteristika. Najviše vrijednosti koeficijenata korelacije od $-0,34$ pokazuje s varijablama *Težina tijela (ATŽT)* i *Kožni nabor trbuha (AKNT)*. Nešto niže koeficijente korelacije od $-0,30$ imaju varijable *Opseg potkoljenice (AOPT)* i *Kožni nabor potkoljenice (AKNP)*. Ostale morfološke varijable pokazuju od niskih do srednje visokih vrijednosti koeficijenata korelacije koji se kreću u rasponu od $-0,22$ do $-0,29$.

Brzo trčanje do 60 m iz niskog starta (MZ60M) najviše vrijednosti koeficijenata korelacije pokazuje s morfološkim varijablama koje procjenjuju potkožnog masnog tkiva s vrijednostima u rasponu od $-0,34$ do $-0,42$ te potom s varijablama za procjenu volumena i mase tijela s vrijednostima koje se kreću od $-0,36$ do $-0,42$. Nešto niže koeficijente korelacije ima s varijablama longitudinalne dimenzionalnosti skeleta i to s vrijednostima od $-0,28$ do $-0,30$. Varijable koje služe u procjeni transverzalne dimenzionalnosti skeleta *Širina zdjelice (AŠRZ; -0,33)* i *Dijametar koljena (ADKL; -0,25)* imaju značajne koeficijente korelacije, dok *Dijametar lakta (ADLK; -0,14)* i *Dijametar ručnog zgloba (ADRZ; -0,10)* ne pokazuju statistički značajnu korelaciju.

Skok u vis prekoračnom tehnikom „škare“ (MZSUŠ) ponajprije pokazuje značajne koeficijente korelacije sa svim varijablama koje procjenjuju volumen i masu tijela te potkožno masno tkivo, a vrijednosti koeficijenata kreću se u rasponu od $-0,22$ do $-0,33$ tj. od niskih do srednjih vrijednosti korelacije. Varijable *Širina zdjelice (AŠRZ; -0,24)*, *Dužina stopala (ADŽS; -0,23)* i *Dijametar koljena (ADKL; -0,22)* imaju niske, ali ipak značajne koeficijente korelacije, a ostalih pet morfoloških varijabli ne pokazuje statističku značajnost koeficijenata korelacije s koeficijentima od $-0,09$ do $-0,19$.

Stoj na rukama uz okomitu plohu (MZSNR), kao i prethodna varijabla, linearno je povezana sa svim varijablama potkožnog masnog tkiva s koeficijentima u rasponu od $-0,34$ do $-0,42$ i s varijablama koje služe procjeni voluminoznosti i mase tijela, osim varijable *Opseg podlaktice (AOPP; -0,21)*, a čije su vrijednosti koeficijenata od $-0,24$ do $-0,30$. Nadalje, osim varijable *Širina zdjelice (AŠRZ; -0,24)* ostalih sedam morfoloških varijabli ne pokazuje značajne koeficijente korelacije (od $-0,05$ do $-0,19$).

Pad naprijed preko ramena u dominantnu stranu (MZPDN) je varijabla motoričkog znanja koja prvenstveno pokazuje značajne koeficijente korelacije sa svim morfološkim varijablama koje procjenjuju potkožno masno tkivo s vrijednostima koeficijenata od $-0,26$ do $-0,29$. Izuzev dvije varijable voluminoznosti i mase tijela, *Težina tijela (ATŽT; -0,22)* i *Opseg potkoljenice (AOPT; -0,22)*, sve ostale morfološke varijable nemaju koeficijente značajne korelacije, a koeficijenti se kreću u rasponu od $-0,01$ do $-0,20$.

Vrlo nisku, ali ipak značajnu korelaciju pokazuju dvije preostale varijable motoričkih znanja *Šut jednom rukom s prsiju iz mjesta (košarka)* (MZŠPK) i *Vršno odbijanje iz srednjeg odbojkaškog stava (odbojka)* (MZVRO) s po jednom varijablom koja procjenjuje potkožno masno tkivo uz koeficijent značajnosti od -0,22, a sa svim ostalim morfološkim varijablama, te dvije varijable motoričkih znanja ne pokazuju koeficijente značajne povezanosti (od -0,00 do -0,20).

U tablici 4 prikazani su rezultati kanoničke korelacijske analize varijabli morfoloških karakteristika i motoričkih znanja učenica.

Tablica 4

Rezultati kanoničke korelacijske analize provedene između sustava morfoloških varijabli i varijabli motoričkih znanja učenica pokazuju kako je izdvojen jedan par statistički značajnih kanoničkih faktora s koeficijentom kanoničke korelacije od 0,61 ($R_c = 0,61$) i koeficijentom determinacije kanoničke korelacije od 0,38 ($R_c^2 = 0,38$). Statističku značajnost dobivenog para kanoničkih faktora potvrdili su rezultati Bartlettova χ^2 -testa ($\chi^2=177,00$; $df = 112$; $p = 0,00$).

Kanonički faktor u prostoru varijabli morfoloških karakteristika u najvećoj mjeri definiraju varijable namijenjene procjeni potkožnog masnog tkiva (od 0,68 do 0,80), a odmah potom varijable koje procjenjuju voluminoznost i masu tijela (od 0,58 do 0,71). Varijable transverzalne dimenzionalnosti skeleta *Širina zdjelice* (AŠRZ; 0,55) i *Dijametar koljena* (ADKL; 0,42), pokazuju veće vrijednosti od *Dijametar lakta* (ADLK; 0,20) i *Dijametar ručnog zgloba* (ADRZ; 0,16). Sve varijable koje procjenjuju longitudinalnu dimenzionalnost skeleta imaju približne koeficijente korelacije, a oni se kreću u rasponu od 0,43 do 0,47.

Kanonički faktor u prostoru varijabli motoričkih znanja u najvećoj mjeri definiraju varijable *Brzo trčanje do 60 m iz niskog starta* (MZ60M; -0,88) i *Stoj na rukama uz okomitu plohu* (MZSN; -0,74). Nešto niže, ali također značajne koeficijente pokazuju varijable *Skok u vis prekoračnom tehnikom „škare“* (MZSUŠ; -0,65), *Pad naprijed preko ramena u dominantnu stranu* (MZPDN; -0,63) i *Šut s tla osnovnim načinom (rukomet)* (MZŠOR; -0,51). Najniže koeficijente kanoničke korelacije u tom skupu varijabli pokazuju varijable *Vršno odbijanje iz srednjeg odbojkaškog stava (odbojka)* (MZVRO; -0,40) i *Šut jednom rukom s prsiju iz mjesta (košarka)* (MZŠPK; -0,30).

Pokazatelji redundancije ukazuju na to kako je skupom varijabli morfoloških karakteristika moguće procijeniti samo 16,51% varijance skupa varijabli motoričkih znanja i obrnuto kako je skupom varijabli motoričkih znanja moguće procijeniti 21,57% varijance skupa varijabli morfoloških karakteristika.

Rasprava i zaključak

Uspoređujući rezultate s orijentacijskim vrijednostima jedanaestogodišnjih učenica objavljenim u „NORMAMA“ (Findak, Metikoš, Mraković i Neljak, 1996) vidljivo je da su u ovom istraživanju, a u odnosu na težinu i visinu tijela i opsega podlaktice,

učenice pokazale iznadprosječne vrijednosti, a vrijednosti su potkožnog masnog tkiva ispodprosječne.

Za interpretaciju kanoničke povezanosti primijenjeno je uobičajeno pravilo da linearnom porastu vrijednosti rezultirajućeg vektora varijabli kanoničkog faktora iz prvog analiziranog prostora odgovara proporcionalno linearni rast vrijednosti rezultirajućeg vektora varijabli kanoničkog faktora iz drugog analiziranog prostora i obrnuto, ali pod uvjetom da između dva ispitana sustava varijabli u različitim prostorima postoji statistički značajna korelacija.

Stoga, struktura relacija jednog izoliranog značajnog para kanoničkog faktora pokazala je da su učenice koje su postigle bolje ocjene u testovima motoričkih znanja *Brzo trčanje do 60 m iz niskog starta* (MZ60M), *Stoj na rukama uz okomitu plohu* (MZSNR), *Skok u vis prekoračnom tehnikom „škare“* (MZSUŠ) i *Pad naprijed preko ramena u dominantnu stranu* (MZPDN) imale niže vrijednosti u mjerama potkožnog masnog tkiva i voluminoznosti tijela, i obrnuto. Nešto niže, ali također negativne vrijednosti korelacije s navedenim antropometrijskim mjerama pokazala su i preostala tri testa motoričkih znanja. Dobiveni rezultati upućuju na zaključak da je za lošije izvođenje motoričkih znanja nesumnjivo odgovorna endomorfna tjelesna građa ispitanica, koja se u ovom istraživanju predstavila kao izraziti remeteći faktor.

Kvaliteta procesa kineziološke edukacije ovisi o nizu čimbenika. Jedan od presudnih faktora jest poznavanje, kako aktualnog stanja sposobnosti, osobina i znanja učenika, tako i transformacijskih vrijednosti pojedinih kinezioloških operatora, odnosno nastavnih sadržaja (Findak, 1997, 2003). Upravo poznavanje strukture kinezioloških operatora omogućava planiranje i programiranje te realizaciju procesa tjelesnog vježbanja uz postizanje optimalnih učinaka rada. Rezultati dobiveni na temelju provedenog istraživanja pružaju uvid u strukturu povezanosti morfološki karakteristika i motoričkih znanja učenica i stoga su rezultati izravno primjenjivi u nastavi tjelesne i zdravstvene kulture kao osnova u razumijevanju specifikacijskih modela pojedinih kinezioloških struktura koje predstavljaju značajan faktor u optimalizaciji planiranja i programiranja te provedbe ocjenjivanja i vrednovanja u procesa kineziološke edukacije.

Napomena

Istraživanje je provedeno u sklopu znanstvenog projekta Kineziološka edukacija u predškolskom odgoju i primarnom obrazovanju, odobrenog od Ministarstva znanosti, obrazovanja i sporta Republike Hrvatske (šifra projekta: 227-2271694-1696).