

Visual Motor Integration in Children Aged 6 to 10 Years

Tonči Bavčević, Damir Bavčević and Ivana Bavčević
University of Split, Faculty of Kinesiology

Abstract

The results presented in this paper were obtained from research on the development of visual motor integration in children aged 6 to 10 years. The sample of participants comprised 163 primary school children, 92 boys and 71 girls from grade 1 to grade 4. Micromotor efficiency of graphomotor type was assessed by the use of a test for the evaluation of visual motor integration (VMI). The obtained results showed constant progression in the field of graphomotor skills in children. A statistically significant point of increase of visual motor integration has been found between children in the first and second grade, in both boys and girls. The results also showed a statistically significant difference in graphomotor skills between first graders in favour of girls. The findings imply significance of the developmental period between the ages of 6 and 7 in the process of visual motor integration in the field of graphomotor skills as an integrative part of the ontogenetic development.

Key words: *fine motor skills; graphomotor skills; ontogenetic development; primary education.*

Introduction

In order for a human organism to function in its natural environment it is necessary, amongst other things, to acquire different motor skills. If we consider this issue in the wider sense, a person must constantly move in their own environment. Movement is a broad term and it should be considered from more than one aspect. One of the kinesiology divisions is based on the precision and type of muscles. This division includes motor skills coming from big muscle groups called gross motor skills and motor skills coming from peripheral and small muscle groups called fine motor skills. Gross motor skills are defined by wide movements including big muscle groups like walking, jumping, running, etc. (Bavčević, 2015). On the other hand, fine motor skills are defined by small, localized movements, including small muscle groups like sewing,

writing, taking a seed from its shell, even playing the piano or other activities. This paper focuses on fine motor skills in a wider area of interest. Without fine motor skills a person would not be able to function. The development of fine motor skills is key in ontogenetic development of children. When talking about fine motor skills it is important to establish that neuromuscular coordination is necessary for their performance. It leads us to the concept of visual motor integration.

Visual motor integration is a process of neuromuscular coordination of information from visual receptors and muscular effectors with the aim of performing precise motor activities (Bavčević, 2015). Most frequently, the term visual motor integration means coordination of both eyes and hand muscles, which enables precise manual activities. This complex process includes simultaneous visual perception as well as coordination of eyes and hands (Beery, 1989, 2004).

As previously mentioned, fine motor skills are necessary for a child to function in everyday situations, and their development implies the process of visual motor integration. Due to its great significance, it was carefully monitored during the ontogenetic development of a child. Coordination of visual receptors and motor skills of a hand starts in the seventh month of intrauterine development in which visual receptors are developed and a child starts to see. Its development continues through the period of early childhood, preschool period and younger school age. Visual motor skills require the ability of transferring visual perception in motor function including motor control, motor precision, motor coordination, and psychomotor speed (Sanghavi & Kelkar, 2005).

The process of visual motor integration clearly reflects the dynamics of a child's growth and development, so it is used as a valid indicator of neuromotor development (Bavčević, 2015; Teo Bavčević, Tonči Bavčević & D. Bavčević, 2015). Various studies imply the importance of visual motor integration in the process of a child's education (Bavčević, 2015).

Visual motor integration, as an ability of neuromuscular synchronization of visual perception and motor performance of a fine movement, is an extremely important part of a child's integrative development. Numerous studies imply the importance of visual motor integration in the process of growth and development (Decker, 2008; Decker, Englund, Carboni, & Brooks, 2011; Lin, Luo, Wu, Shen, & Sun, 2015). Visual motor integration of the graphomotor type, which significantly determines the dynamics of acquisition of fine motor skills such as writing, is particularly important for a child's success in preschool and primary school education (Cornhill & Case-Smith, 1996; Maki, Voeten, Vauras, & Poskiparta, 2001). Previous studies suggest that fine motor skills efficiency, such as hand control, is determined by the level of fine motor skills and specific fine motor abilities as well as by the level of visual motor integration of related sensory-motor mechanisms (Figure 1).

Since visual motor integration represents an important ontogenetic process, following its development proved to be necessary. From the aspect of pedagogical

practice, and following the mentioned research, it is crucial to determine critical points in the process of visual motor integration. The question arises as to whether there are different phases in regard to the dynamics of the mentioned abilities during the growth and development period. It is therefore necessary to precisely determine those key phases in order to follow a normal course of development and to apply an optimal programme with the aim to encourage and develop visual motor integration.

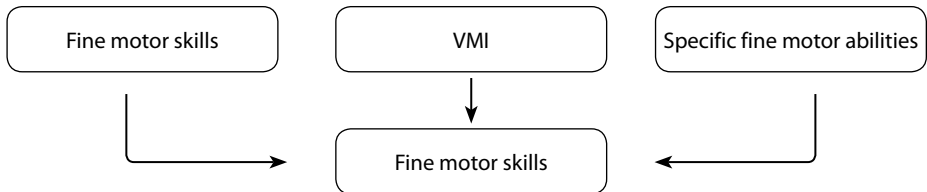


Figure 1. Cybernetic model of fine motor skills efficiency (T. Bavčević & D. Bavčević, 2015)

Practice lacks in applied research on the improvement of planning, programming and implementation of an immediate educational work with the purpose of improving the mentioned ability. It particularly refers to the existence of simple and applicable tests for the assessment of visual motor integration in children, providing teachers and educators with the possibility of fast screening of the mentioned abilities in real time.

The aim of this study was to investigate the development of fine motor skills efficiency in children aged 6 to 10 years as a significant part of the overall ontogenetic development by applying simple testing methods, that is by using the Visual Motor Integration Test (VMI Test) (Bavčević, T. & Bavčević, D., 2015). The focus of this research was on analysing visual motor integration in the area of graphomotor skills.

Methods

The sample of subjects consisted of 163 children aged 6 to 10 years, out of which 92 were boys and 71 were girls. The sample was chosen by applying the non-probability sampling method for choosing the most suitable sample. Measurement was conducted on children from the first to fourth grade attending Meje primary school in Split, Croatia in May 2015. The research was approved by the school's management and parental consent was obtained. All subjects were clinically healthy without any significant disorder in growth or development. The structure of the sample of subjects is shown in detail in Table 1.

Table 1
Structure of the sample of subjects

grade	M	F	total
1	30	19	49
2	23	20	43
3	20	18	38
4	19	14	33
total	92	71	163

Data were collected using the test for the evaluation of visual motor integration (VMI) (T. Bavčević & D. Bavčević, 2015). The tests were intended for evaluating graphomotor abilities as a special aspect of visual motor development process.

Based on the results presented in the abovementioned paper, it can be concluded that metric characteristics of the VMI Test for the evaluation of visual motor integration satisfy methodological demands of sensitivity and reliability. The measuring instrument distinguishes well subjects of both genders, with a clearly defined normal data distribution. The method of calculating the final VMI Test result by adding time necessary for solving the test and number of errors multiplied by two, appeared reliable since it resulted in additional normalisation of data distribution.

What needs to be emphasised is the simplicity of protocol while applying the VMI Test which enables fast, simple and effective testing of numerous subjects. The conducted analysis confirms that the test is appropriate for children of a younger school age, i.e. for children aged 7 to 10, but it can also be applied on preschool children.

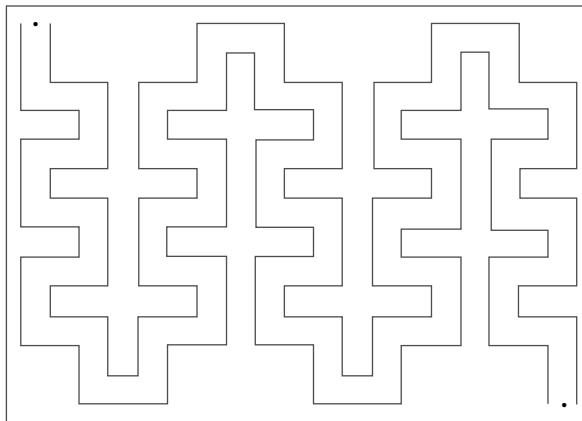


Figure 2. Graphic representation of the VMI Test (T. Bavčević & D. Bavčević, 2015)

The visual motor integration (VMI) test consists of two parallel polylines printed on A4 size paper with 1.5 cm distance between them. Printed polylines form a path of 59 segments. The distance between the initial and the final dot is 178.5 cm (Figure 2).

The paper was horizontally positioned in front of a subject. The subject's task was to connect the initial and the final dot as soon as possible by drawing a line with a pencil. The line had to be drawn uninterruptedly and without touching border lines of the path. The lines were drawn with the dominant hand using a B-2B pencil.

An evaluator measured the time necessary for performing the task in seconds. Errors were established after the performed task. An error refers to each interruption of lines or to touching the border line of the path. The final result of the VMI Test represents the sum of time necessary for performing the given task and all errors were multiplied by two. The formula for calculating the results is given in Figure 3.

$$\text{VMI} = \text{VMI}_{\text{time}} + 2\text{VMI}_{\text{errors}}$$

Figure 3. Formula for calculating results of the VMI Test

After obtaining the data, the following parameters of descriptive statistics were calculated: arithmetic mean, minimum and maximum result, standard deviation (SD), coefficient of asymmetry (α_3), and coefficient of skewness (α_4).

Testing the normality of data distribution was implemented using the Kolmogorov-Smirnov Test (KS-Test). The presented study included a possibility of making an error at the level of .05 as a critical value of the KS-Test. The correlation between the time of performing the VMI Test and the number of errors was evaluated by correlation analysis whereat the Pearson linear correlation coefficient was calculated (r). Differences between different groups of students in visual motor integration (VMI) were tested using univariate factor analysis of variance with two-category predictors, gender and grade. This approach provided an insight into the influence of gender and grade as well as their interaction effect on visual motor integration. The criterion variable was VMI, i.e. final results of the Visual Motor Integration Test. The results included sum of squares, degrees of freedom (df), mean square, F ratio (F) and significance level (p).

In order to determine partial difference at the level of certain groups of subjects, Post Hoc analyses were applied alongside with the Bonferroni Test.

The obtained data were processed using the Statistica 13.3 package.

Results

Table 2 shows parameters of descriptive statistics and the results of the Kolmogorov-Smirnov Test for the normality of data distribution for the VMI Test variables.

The comparison of results of arithmetic means (M) and belonging standard deviations (SD) in variable VMI_{time} led to the conclusion that an average deviation totalled approximately 1/3 of the arithmetic mean value in both subsamples of subjects, while in boys the value of the average result deviation was slightly higher. Values of skewness coefficients showed an occurrence of a slightly positive asymmetric distribution with a shift of results to a zone of lower values in both boys and girls. The analysis of kurtosis coefficients showed an expressed leptokurtic distribution implying grouping of the data in a zone of middle values in both subsamples of subjects, i.e. an increased homogeneity of the results.

The average number of errors in the analysed test was $\text{VMI}_{\text{errors}} = 3.65$ for boys and $\text{VMI}_{\text{errors}} = 3.70$ for girls with an average deviation of $\text{SD} = 2.73$ and $\text{SD} = 2.91$, respectively. In the subsample of boys, values of skewness and kurtosis coefficients ($\alpha_3 = 0.90$; $\alpha_4 = 0.27$) indicate a normal data distribution without any significant deviations from the referent values. In the subsample of girls, skewness coefficient ($\alpha_3 = 1.41$) indicates an occurrence of a slightly positive asymmetry or a shift of results to the zone

of lower values. These results indicate that the VMI Test was slightly more difficult than expected. Also, an increased skewness coefficient ($\alpha_3 = 2.08$) was noticed in the subsample of girls, which implies a leptokurtic data distribution.

Table 2

Descriptive statistics parameters and the Kolmogorov-Smirnov Test for the normality of data distribution for the VMI Test results

variables	gender	mean	min	max	SD	α_3	α_4	max d
VMI _{time}	M	25.33	12.93	63.71	8.67	1.81	4.62	.178
	F	22.68	14.48	52.98	6.82	1.70	4.65	.132
VMI _{errors}	M	3.65	0.00	11.00	2.73	0.90	0.27	.181
	F	3.70	0.00	14.00	2.91	1.41	2.08	.187
VMI	M	32.64	16.65	73.71	9.82	1.61	4.56	.107
	F	30.09	16.73	58.98	7.72	0.86	1.50	.113

Critical value max d (p<0.05): M = .205; F = .232

The overall average results of the VMI Test are VMI = 32.64 for the subsample of boys with an average deviation of SD = 9.82, and VMI = 30.09 for the subsample of girls with an average deviation of SD = 7.72. The observed standard deviations never exceeded the value of 1/3 of the relative arithmetic mean value in neither case, which indicates homogeneity of the achieved results in relation to the average value. Analysis of skewness coefficients in the subsample of boys ($\alpha_3 = 1.61$) indicates a slightly positive asymmetric distribution while the high value of kurtosis coefficients ($\alpha_4 = 4.56$) implies an expressed leptokurtic distribution curve or expressed result grouping around the average value. In the subsample of girls, the skewness coefficient ($\alpha_3 = 0.86$) confirms an asymmetric distribution, and a slightly increased kurtosis coefficient ($\alpha_4 = 1.50$) indicates an occurrence of a slight leptokurtic distribution curve.

The results of the Kolmogorov-Smirnov Test for all three variables indicate that maximum deviations between the empirical and theoretical relative cumulative frequency (max d) never exceed the critical value of the KS-Test in neither boys nor girls. With respect to what has been mentioned, it can be concluded that the values of variables VMI_{time}, VMI_{errors} and VMI have a normal distribution.

Table 3

Correlation matrix of the VMI Test parameters

variables	M		F	
	VMI _{time}	VMI _{errors}	VMI _{time}	VMI _{errors}
VMI _{time}	1.00		1.00	
VMI _{errors}	-.09	1.00	-.26*	1.00

*statistically significant correlations

Table 3 shows the matrix of correlations between parameters of the VMI Test. The analysis of the results shows weak, but statistically significant negative correlation between variables VMI_{time} and VMI_{errors} ($r = -.26$). This implies that girls who had completed the test faster, also made more errors.

Table 4 shows the parameters of descriptive statistics for variables VMI_{time} , VMI_{errors} and VMI for both boys and girls. Besides the value of arithmetic mean (M), it shows the relative value of standard deviation (SD), and the results were calculated separately for each grade.

Table 4
Parameters of descriptive statistics

variables	gender	grade 1		grade 2		grade 3		grade 4	
		mean	SD	mean	SD	mean	SD	mean	SD
VMI_{time}	M	32.62	10.64	21.76	4.52	22.15	4.33	21.49	4.60
	F	28.25	8.59	21.00	4.43	20.75	5.41	20.01	4.28
VMI_{errors}	M	4.60	3.02	3.22	2.70	3.30	2.74	3.05	1.96
	F	3.63	2.63	4.65	2.68	3.78	3.78	2.36	1.82
VMI	M	41.82	10.17	28.20	4.12	28.75	7.05	27.59	6.18
	F	35.51	8.87	30.30	5.40	28.31	7.32	24.72	4.53

The analysis of descriptive statistics parameters for the first graders offers the possibility to see quantitative differences between boys and girls in all variables. Boys needed 32.65 seconds on average to solve the test while girls solved it somewhat faster, in 32.62 seconds on average. Girls also made fewer errors, 3.63 on average, unlike boys of the same age who made 4.60 errors on average while solving the test. According to the values of the variables VMI_{time} and VMI_{errors} , girls also achieved better results (35.51) in the overall VMI Test, compared to boys who achieved the result of 41.82.

Among second graders, the time difference necessary for solving the test between boys and girls significantly decreased, and boys solved the test in 21.76 seconds on average, while girls solved it in 21 seconds. However, unlike the subsample of first-grade boys, the second-grade girls made more errors while solving the test, unlike their male peers, that is 4.65 to 3.22, respectively. Condensing the previously mentioned values into a unique result, values of the VMI variable went in favour of boys who achieved the result of 28.20 while for girls the result was 30.30.

There was a slight increase in the difference in time necessary for solving the test in the third grade between subsamples of subjects. Girls achieved a better result of 20.75 seconds, while boys took 22.15 seconds to solve the test. Similar to the results of second graders, third-grade boys made more errors than girls in the same grade. However, the difference was significantly lower, 3.78 to 3.30. It all resulted in rather equal results of the overall VMI Test which was 28.31 for girls and 28.75 for boys.

The analysis of the VMI_{time} variable values among fourth graders implies a similar relation of values noticed among third graders. That is, girls achieved somewhat better results than boys, and they solved the test in 20.01 seconds on average whereas boys took 21.49 seconds to solve the same test. However, the difference in trend in relation to the third graders is noticeable in the variable VMI_{errors}. In the fourth grade, boys made significantly more errors while solving the test, 3.05 on average, while girls made 2.36 errors on average. Such values of the mentioned two variables resulted in an additional increase of the differences between the subsamples of subjects on the overall VMI Test result, which was 24.72 for girls and 27.59 for boys for all the observed variables.

Table 5 shows the results of univariate factor analysis of variance with two categorical predictors, gender and grade. The criterion variable is VMI, that is the final results of the Visual Motor Integration Test.

Table 5
Univariate tests of significance (VMI)

Effect	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
Gender	138.233	1	138.233	2.628	.107
Grade	3846.926	3	1282.309	24.379	.000*
Gender*Grade	424.929	3	141.643	2.693	.048*
Error	8152.837	155	52.599		

*statistically significant value

The results of the implemented analysis confirmed statistically significant difference between the subsamples in the values of VMI variable. The mentioned difference was noticed in the category predictor grade whereas the value of the F-test indicated a significant difference between arithmetic means of the subsamples. The obtained results also indicated statistically significant interaction effect of the two category predictors, gender and grade, on differences in both subsamples.

Table 6 shows the results of the Post Hoc analysis and the Bonferroni Test for categorical predictors, gender and age, in relation to the values of VMI variable.

Table 6
Post Hoc analysis (Bonferroni Test)

Group	gender	grade	1	2	3	4	5	6	7	8
			41.820	28.199	28.750	27.593	35.513	30.301	28.308	24.721
1	M	I		.000*	.000*	.000*	.098	.000*	.000*	.000*
2	M	II	.000*		1.000	1.000	.039*	1.000	1.000	1.000
3	M	III	.000*	1.000		1.000	.116	1.000	1.000	1.000
4	M	IV	.000*	1.000	1.000		.027*	1.000	1.000	1.000
5	F	I	.098	.039*	.116	.027*		.737	.083	.001*
6	F	II	.000*	1.000	1.000	1.000	.737		1.000	.803
7	F	III	.000*	1.000	1.000	1.000	.083	1.000		1.000
8	F	IV	.000*	1.000	1.000	1.000	.001*	.803	1.000	

*statistically significant value

The results of the Post Hoc analysis failed to confirm the existence of statistically significant differences between boys and girls in the results of the VMI Test in relation to the criterion variable Grade. Furthermore, the analysis of results led to a statistical difference in second graders in relation to first graders. The mentioned difference was not detected between the subsamples of girls from the first and second grade. Furthermore, analysis of the results indicated that between second graders and third graders there was no statistically significant difference in boys or girls. The same results were obtained for boys and girls in the fourth grade, where a statistically significant difference was not noticed in relation to third graders. This difference was not detected between the subsamples of girls from the first and second grade. Furthermore, results of the analysis indicated that there was no statistically significant difference among children in the second and third grade, both for boys or girls. The same results were obtained for the fourth graders, where no statistically significant difference in relation to the third graders was observed. The results also indicated that in the subsample of boys, a statistical difference appeared only between the first and second graders, while in the subsample of girls a statistically significant difference was noticed only after comparing girls from the first grade with those from the fourth grade. In other words, in the subsample of boys the improvement of visual motor integration was rapid while in the subsample of girls this change took a longer period.

Discussion

By analysing the obtained overall results, it can be noticed that there is a trend of improvement of the VMI Test results in the time function both for boys and girls (Table 4, Figure 4). It implies a strong development of visual motor integration in children aged 6 to 10. The period of primary education is marked by a noticeable growth in graphomotor skills. Also, taking into consideration that this childhood period is usually characterised by the change in all anthropological features, it can be assumed that the process of visual motor integration follows a similar trend. Despite the noticed quantitative difference between boys and girls, the analysis of variance failed to confirm the existence of a statistically significant difference between the subsamples of subjects in some grades. Still, the results imply the existence of different dynamics for the development of visual motor integration between boys and girls. Boys showed greatest quantitative progress in the degree of visual motor integration between the first and the second grade. The significance of the noticed difference was confirmed in the Post Hoc analysis. Statistically significant improvement of the results of the VMI Test, as an indicator of a degree of visual motor integration in the subsample of girls, can only be noticed between girls in the first and fourth grade. In other words, unlike boys who show a rapid increase in the degree of visual motor integration between the first and second grade, for girls this increase is constant and steady. The mentioned result dynamics is clearly indicated in Figure 4 which also shows values of arithmetic means of variable VMI for boys and girls per grade. It all

imposes the following question: Is the process of visual motor integration a result of growth and development, and learning, or is it a combination of these two factors? Namely, in order to better understand the process of visual motor integration it is important to observe it in the context of growth and development of children as a whole. Such an integrative approach assumes understanding relations which appear between different factors of ontogenetic development.

Previous research clearly indicated a connection between ontogenetic development of a child and visual motor integration (Decker, 2008; Decker et al., 2011; Lin et al., 2015). The obtained results are in accordance with the above mentioned since the results indicated improvement of visual motor integration in the time function in both girls and boys. According to this, it can be assumed that ontogenetic development affects improvement in the degree of visual motor integration. In other words, visual motor integration is clearly related to processes of growth and development, and first of all to neuromotor and sensory-motor functions.

The other factor which is assumed to have a positive impact on the process of visual motor integration is the process of learning and exercising. This can especially be observed in the domain of graphomotor skills which are taught in the system of primary education and are exercised within the official school programme. Previous studies support the above interpretation and clearly indicate the relationship between the writing skill and visual motor integration (Cornhill & Case-Smith, 1996; Maki et al., 2001; Tseng & Chow, 2000; Weil & Amundson, 1994; Weintraub & Graham, 2000). Studying the obtained results from the aspect of the influence of the process of learning and exercising on the visual motor integration in children, particularly interesting progress has been noticed in boys between the first and second grade. This point of flexion in values of the VMI Test can be a result of children's responses to the process of learning and exercising. Namely, one of the fundamental educational objectives in the first grade is acquisition of the writing skill, so the curriculum is significantly oriented towards achieving that objective. Since the ability to write is, from the aspect of neuromuscular control, a graphomotor skill, it clearly indicates that the process of acquisition of writing knowledge depends on the level of visual motor integration and vice versa. In order for children to adopt the writing skill they need to be able to coordinate information obtained visually with fine hand movements. In other words, there has to be a precise coordination of visual receptors and muscle structures, responsible for fine motor skills of the hand (Tseng & Chow, 2000; Weil & Amundson, 1994; Weintraub & Graham, 2000). Therefore, it can be assumed that the process of learning and exercising specific fine motor skills, necessary for writing, has a positive effect on the process of visual motor integration in children. Taking into consideration the obtained results as well as the results of the previous research, it can be assumed that the process of visual motor integration is conditioned on the one hand by the dynamics of the ontogenetic development, and on the other hand by the process of learning and exercising specific activities in the domain of fine motor skills.

An important aspect of scientific interest in the area of education refers to differences between boys and girls, since individualisation of approach in both the learning and teaching process depends on them. Therefore, it is important to address in a more detailed way the comparison of results between boys and girls. The obtained results indicate a higher degree of visual motor integration in subsamples of girls from all grades except for the second grade where boys achieved somewhat better results on the VMI Test. The results of the analysis of variance and those of Post Hoc analysis failed to confirm statistically significant difference between boys and girls in all observed grades. The obtained results indicate the existence of differences between boys and girls, manifesting in this case in the area of visual motor integration. Such results somewhat trace the results of research conducted by Flatters, Hill, Williams, Barber, and Mon-Williams (2014) who tested differences between boys and girls regarding development of manual skills. The results of their research indicated that girls in prepubescent stage have better abilities of manual control in performing new tasks. Still, the authors emphasize that based on the conducted research there was no possibility of claiming that both girls and boys require a different approach in developmental manual skills during the process of education.

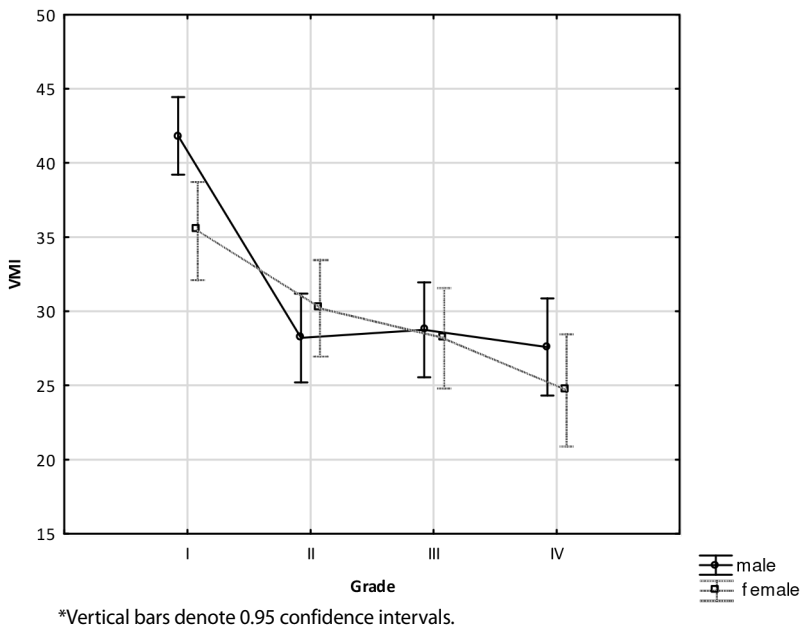


Figure 4. Arithmetic mean values of the VMI Test

Conclusions

The research conducted implied a strong development of visual motor integration in children aged 6 to 10 years. Both boys and girls showed improvement in the results of the VMI Test, which clearly indicates improvements of graphomotor skills, that is

fine motor skills, primarily in the area of coordination of visual receptors and hand effectors.

The process of visual motor integration in boys was marked by a significant increase of this feature between grades one and two. In this period there are highest improvements of results of the VMI Test, and it can be concluded that the period between 6 and 7 years of age is extremely important for the development of graphomotor skills in boys. This period is followed by the phase of stabilisation, so the process of visual motor integration follows a linear trend. Unlike in boys, in girls, the process of visual motor integration is stable and consistent during the entire period between grades 1 and 4. The results of the VMI Test linearly improve in the time function, so any significant differences can be identified only by comparison of data at the beginning and at the end of this developmental period. Also, the analysis of results indicated quantitative differences of visual motor integration between subsamples of subjects and in favour of girls. The observed differences were not statistically significant.

Based on the previously mentioned it can be concluded that the period of primary education is extremely important in the process of visual motor integration as well, therefore it is only reasonable to direct curricular content towards development of the mentioned abilities. This period of life represents an optimal phase in which the previously mentioned abilities are plastic and therefore adequate for programmed development. From the aspect of kinesiology science, the process of visual motor integration, as a complex and integrative process, represents an extremely important research area and its further research can have important repercussions in the area of fundamental kinesiology knowledge as well as in immediate kinesiology practice. According to the study findings, we can conclude that there is a need for directing research towards younger age groups in order to detect possible existence of sensitive phases as well as differences between boys and girls in the process of visual motor integration.

References

- Bavčević, T. (2015). Research review of relation of visual-motor integration, motor abilities and ontogenetic development. In Z. Grgantov, J. Paušić, T. Bavčević, D. Čular, A. Kezić, & A. Miletić (Eds.), *Proceedings Book of the 5th International Scientific Conference "Contemporary Kinesiology", Split, 2015* (pp. 729-737). Split: Faculty of Kinesiology, University of Split.
- Bavčević, T., & Bavčević, D. (2015). Construction and validation of the test for evaluation of visual-motor integration in children aged 7 to 10. *Research in Physical Education, Sport & Health*, 4(2), 57-61.

- Bavčević, Teo, Bavčević, Tonči, & Bavčević, D. (2015). Preliminary research results of visual-motor integration in children aged 7 to 10. In Z. Grgantov, J. Paušić, T. Bavčević, D. Čular, A. Kezić, & A. Miletić (Eds.), *Proceedings Book of the 5th International Scientific Conference "Contemporary Kinesiology", Split, 2015* (pp. 751-758). Split: Faculty of Kinesiology, University of Split.
- Beery, K. E. (1989). *The Developmental Test of Visual Motor Integration (3rd. ed.)*. Cleveland: Modern Curriculum Press.
- Beery, K. E. (2004). *The Beery-Buktenica developmental test of visual-motor integration: Beery VMI, with supplemental developmental tests of visual perception and motor coordination, and stepping stones age norms from birth to age six*. Minneapolis, MN: NCS Pearson.
- Cornhill, H., & Case-Smith, J. (1996). Factors That Relate Good and Poor Handwriting. *The American Journal of Occupational Therapy*, 50(9), 732-739. <https://doi.org/10.5014/ajot.50.9.732>
- Decker, S. L., Englund, J. A., Carboni, J. A., & Brooks, J. H. (2011). Cognitive and Developmental Influences in Visual Motor Integration Skills in Young Children. *Psychological Assessment*, 23(4), 1010-1016. <https://doi.org/10.1037/a0024079>
- Decker, S. L. (2008). Measuring Growth and Decline in Visual Motor Processes with the Bender-Gestalt Second Edition. *Journal of Psychoeducational Assessment*, 26(1), 3-15. <https://doi.org/10.1177/0734282907300685>
- Flatters, I., Hill, L. J. B., Williams, J. H. G., Barber, S. E., & Mon-Williams, M. (2014). Manual Control Age and Sex Differences in 4 to 11-Year-Old Children. *PLoS One*, 9(2), e88692. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0088692>
- Lin, Q. S., Luo, J. F., Wu, Z. C., Shen, F., & Sun, Z. W. (2015). Characterization of Fine Motor Development: Dynamic Analysis of Children's Drawing Movements. *Human Movement Science*, 40, 163-175. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2014.12.010>
- Maki, H. S., Voeten, M. J. M., Vauras, M. M. S., & Poskiparta, E. H. (2001). Predicting Writing Skill Development with Word Recognition and Preschool Readiness Skills. *Reading and Writing: An Interdisciplinary Journal*, 14(7-8), 643-672. <https://doi.org/10.1023/A:1012071514719>
- Sanghavi, R., & Kelkar, R. (2005). Visual Motor Integration and Learning Disabled Children. *The Indian Journal of Occupational Therapy*, 37(2), 33-38.
- Tseng, M. H., & Chow, S. M. K. (2000). Perceptual-Motor Function of School-Age Children with Slow Handwriting Speed. *American Journal of Occupational Therapy*, 54(1), 83-88. <https://doi.org/10.5014/ajot.54.1.83>
- Weil, M. J., & Amundson, S. J. C. (1994). Relationship Between Visuomotor and Handwriting Skills of Children in Kindergarten. *American Journal of Occupational Therapy*, 48(11), 982-988. <https://doi.org/10.5014/ajot.48.11.982>
- Weintraub, N., & Graham, S. (2000). The Contribution of Gender, Orthographic, Finger Function, and Visual Motor Processes to the Prediction of Handwriting Status. *The Occupational Therapy Journal of Research*, 20(2), 121-140. <https://doi.org/10.1177/153944920002000203>

Tonči Bavčević

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

Damir Bavčević

University of Split, Faculty of Kinesiology
Teslina 6, 21000 Split, Croatia
damirbavcevic88@gmail.com

Ivana Bavčević

University of Split, Faculty of Kinesiology
Teslina 6, 21000 Split, Croatia
ivana.bavcevic@gmail.com

Vizualnomotorička integracija u djece dobi od 6 do 10 godina

Sažetak

U radu su prezentirani rezultati istraživanja razvoja vizualno-motoričke integracije u djece dobi od 6 do 10 godina. Uzorak ispitanika činila su ukupno 163 učenika od prvog do četvrtog razreda osnovne škole od čega 92 dječaka i 71 djevojčica. Mikromotorička efikasnost grafomotoričkog tipa procijenjena je uporabom testa za procjenu vizualnomotoričke integracije (VMI). Dobiveni rezultati pokazuju kontinuirani napredak u polju grafomotoričkih vještina djece. Statistički značajna točka napretka u vizualnomotoričkoj integraciji utvrđena je između učenika prvog i drugog razreda i to kod učenika i učenica. Rezultati pokazuju statistički značajnu razliku u grafomotoričkim vještinama između učenika prvog razreda u korist učenica. Nalazi impliciraju značajnost razvojnog razdoblja između 6. i 7. godine u procesu vizualnomotoričke integracije u području grafomotoričkih sposobnosti kao integrativnog dijela ontogenetskog razvoja.

Ključne riječi: fine motoričke vještine; grafomotoričke vještine; ontogenetski razvoj; primarna edukacija.

Uvod

Za funkcioniranje ljudskog organizma u njegovu prirodnom okruženju između ostaloga je potrebna usvojenost različitih motoričkih znanja. Ako sagledamo problematiku u najširem smislu, čovjek se mora kretati u svom okruženju. Kretanje je širok pojam te ga treba promatrati kroz više aspekata. Unutar kineziologije jedna od podjela motoričkih znanja jest ona prema preciznosti i vrsti muskulature. Unutar te podjele razlikujemo motorička znanja koja se izvode velikim grupama mišića te ih nazivamo makromotoričkim znanjima (*gross motor skills*) i motorička znanja koja se za svoju izvedbu koriste perifernim i sitnim mišićnim skupinama (poput mišića šake) koje nazivamo fina motorička znanja (*fine motor skills*). Makromotorička znanja definiraju široki pokreti u koje su uključene velike mišićne skupine, poput znanja hodanja, skakanja, trčanja i sl. (Bavčević, 2015). Fina motorička znanja, pak, definiraju mali lokalizirani pokreti koji uključuju male mišićne skupine poput šivanja, pisanja, izvlačenja sjemenke iz ljuštura, pa sve do sviranja klavira i mnogih drugih radnji. U ovom je radu područje interesa u najširem smislu upravo fina motorika.

Bez fine motorike čovjek ne bi mogao funkcionirati u svom okruženju. Razvoj fine motorike ključan je u ontogenetskom razvoju djece. Kada govorimo o finoj motorici odnosno finim motoričkim vještinama, moramo utvrditi da je za njihovu izvedbu potrebna neuromuskularna koordinacija. Tako dolazimo do pojma vizualnomotoričke integracije.

Vizualnomotorička integracija predstavlja proces neuromuskularnog usklađivanja odnosno koordinacije informacija iz vidnih receptora i mišićnih efekatora s ciljem izvođenja preciznih motoričkih radnji (Bavčević, 2015). Najčešće se pod pojmom vizualnomotoričke integracije podrazumijeva usklađivanje očiju i mišićne ruku, odnosno šake, što omogućuje precizne manualne radnje. Taj složeni proces istodobno uključuje vizualnu percepciju, ali i koordinaciju oka i ruke (Beery, 1989, 2004).

Kao što je prethodno navedeno, fine motoričke vještine nužne su za funkcioniranje djeteta u svakodnevnom situacijama, a njihov razvoj podrazumijeva proces vizualnomotoričke integracije. Upravo zbog svoje velike značajnosti on se kao takav pomno prati u sklopu ontogenetskog razvoja djeteta. Koordinacija vidnih receptora i motorike šake započinje već u sedmom mjesecu intrauterinog razvoja kad su se razvili vidni receptori te dijete počinje gledati. Razvoj se nastavlja u razdoblju ranog djetinjstva, predškolskoj dobi i u mlađoj školskoj dobi. Vizualnomotoričke vještine zahtijevaju sposobnost prevođenja vizualne percepcije u motoričku funkciju, a uključuju motoričku kontrolu, motoričku preciznost, motoričku koordinaciju i psihomotoričku brzinu (Sanghavi i Kelkar, 2005).

Proces vizualnomotoričke integracije jasno odražava dinamiku rasta i razvoja djeteta, pa se kao takav koristi kao valjan pokazatelj neuromotoričkog razvoja (Bavčević, 2015; Teo Bavčević, Tonči Bavčević i D. Bavčević, 2016). Brojna istraživanja ukazuju na važnost vizualnomotoričke integracije u procesu edukacije djeteta (Bavčević, 2015).

Vizualnomotorička integracija kao sposobnost neuromuskularne sinkronizacije vizualne percepcije i motoričke izvedbe finog pokreta iznimno je važan dio integrativnog razvoja djeteta. Brojne studije ukazuju na važnost vizualnomotoričke integracije u procesu rasta i razvoja (Decker, 2008; Decker, Englund, Carboni i Brooks, 2011; Lin, Luo, Wu, Shen i Sun, 2015). Posebice se važnim za uspjeh djeteta u predškolskom odgoju i primarnoj edukaciji pokazuje vizualnomotorička integracija grafomotoričkog tipa koja u značajnoj mjeri determinira dinamiku usvajanja finih motoričkih znanja poput pisanja (Cornhill i Case-Smith, 1996; Maki, Voeten, Vauras i Poskiparta, 2001). Dosadašnje spoznaje sugeriraju da je mikromotorička efikasnost, kao što je kontrola šake, determinirana razinom finih motoričkih znanja i specifičnih finih motoričkih vještina, kao i stupnjem vizualnomotoričke integracije pripadajućih senzomotoričkih mehanizama (prikaz 1).

Prikaz 1

Budući da vizualnomotorička integracija predstavlja važan ontogenetski proces, nameće se potreba praćenja njegova razvoja. S aspekta neposredne pedagoške prakse, a s obzirom na navedena istraživanja, od iznimne je važnosti odrediti kritične faze u

procesu vizualnomotoričke integracije. Postavlja se pitanje postojanja različitih faza u vidu dinamike navedenih sposobnosti u tijeku rasta i razvoja. Stoga je nužno precizno odrediti takve ključne faze kako bi se mogao pratiti normalan tijek razvoja te aplicirati optimalan program s ciljem poticanja i razvoja vizualnomotoričke integracije.

Praksi nedostaje primijenjenih istraživanja koja bi se bavila unapređenjem planiranja, programiranja i provedbe neposrednog nastavnog rada sa svrhom poboljšanja navedene sposobnosti. Posebno se to odnosi na postojanje jednostavnih i primjenjivih testova za procjenu vizualnomotoričke integracije u djece koji bi nastavnicima i pedagozima omogućili brzu procjenu (*screening*) navedenih sposobnosti u realnom vremenu.

Cilj ovog rada bio je ispitati razvoj mikromotoričke efikasnosti kod djece u dobi od 6 do 10 godina kao značajnog segmenta cjelokupnog ontogenetskog razvoja primjenom jednostavnih metoda testiranja, odnosno primjenom testa vizualnomotoričke integracije (VMI test) (Bavčević, T. i Bavčević, D., 2015). Fokus istraživanja bio je na analizi vizualnomotoričke integracije u području grafomotorike.

Metode rada

Uzorak ispitanika za potrebe istraživanja sastojao se od ukupno 163 učenika u dobi od 6 do 10 godina od kojih su 92 bili dječaka, 71 djevojčica. Uzorak je odabran neprobabilističkom metodom odabira prigodnog uzorka. Mjerenje je obavljeno na učenicima od 1. do 4. razreda Osnovne škole Meje u Splitu, Hrvatska, u svibnju 2015. godine. Istraživanje je odobreno od uprave škole, uz pristanak roditelja. Svi ispitanici bili su klinički zdravi i nisu imali evidentiranih poremećaja u rastu i razvoju. Struktura uzorka detaljno je prikazana u tablici 1.

Tablica 1

Kolekcija podataka izvršena je upotrebom novokonstruiranog testa za procjenu vizualnomotoričke integracije (VMI) (T. Bavčević & D. Bavčević, 2015). Test je konstruiran s ciljem procjene grafomotoričkih vještina kao posebnog aspekta vizualnomotoričkog razvojnog procesa.

Na temelju rezultata prikazanih u navedenom radu može se zaključiti da metrijska obilježja VMI testa za procjenu vizualne motoričke integracije zadovoljavaju metodološke zahtjeve osjetljivosti i pouzdanosti. Mjerni instrument razlikuje dobro subjekte oba spola, s jasno definiranom normalnom distribucijom podataka. Metoda izračunavanja konačnog rezultata VMI testa dodavanjem vremena potrebnog za rješavanje testa i broja pogrešaka pomnoženih s dva pokazala se kao pouzdana, jer rezultira dodatnom normalizacijom distribucije podataka.

Moguće je naglasiti jednostavnost protokola VMI testa koji omogućuje brzo, jednostavno i učinkovito ispitivanje velikog broja ispitanika. Provedena analiza potvrđuje da je test prikladan za učenike mlađe školske dobi, odnosno za djecu od 7 do 10 godina, ali se može primijeniti i kod djece predškolske dobi.

Prikaz 2

Test vizualnomotoričke integracije (VMI) sastoji se od dvije paralelne izlomljene linije međusobno udaljene 1,5 cm ucrtane na papiru dimenzija A4. Ucrtane linije čine stazu izlomljenu na ukupno 59 segmenata. Udaljenost između početne točke i krajnje točke iznosi 178,5 cm (prikaz 2).

Papir se postavlja ispred ispitanika u vodoravan položaj. Zadatak ispitanika je u što kraćem vremenu povezati početnu i krajnju točku povlačenjem linije olovkom. Liniju je potrebno ucrtati bez prekida i bez dodirivanja vanjskih linija staze. Linija se ucrtava dominantnom rukom olovkom tipa B-2B.

Ispitivač mjeri vrijeme potrebno za izvođenje zadatka u sekundama. Nakon obavljenog zadatka utvrđuje se broj pogrešaka. Pogreškom se smatra svaki prekid linije, kao i dodirivanje vanjskih linija staze. Konačni rezultat VMI testa predstavlja zbroj vremena potrebnog za obavljanje zadatka i svih pogrešaka multipliciranih brojem dva. Formula za izračunavanje rezultata testa dana je u prikazu 3.

Prikaz 3

Na dobivenim podacima izračunati su sljedeći parametri deskriptivne statistike: aritmetička sredina, minimalni i maksimalni rezultat, standardna devijacija (SD), koeficijent asimetrije distribucije (α_3), koeficijent izduženosti distribucije (α_4).

Ispitivanje normaliteta distribucije podataka provedeno je upotrebom Kolmogorov-Smirnovljeva testa (KS-test). Prikazana studija uključila je mogućnost pogreške na razini ,05, kao kritičnu vrijednost KS-testa. Povezanost između vremena izvršavanja VMI testa, broja pogrešaka i krajnjeg rezultata VMI testa ispitana je primjenom korelacijske analize, pri čemu je izračunat Pearsonov koeficijent linearne korelacije (r). Razlike između različitih skupina učenika u vizualnoj motoričkoj integraciji (VMI) ispitane su s pomoću univarijatne faktorske analize varijance s dva kategorička prediktora; spol i ocjena. Taj je pristup pružio uvid u utjecaj spola i ocjene, kao i njihov utjecaj na vizualnomotoričku integraciju. Kritička varijabla bila je VMI, odnosno konačni rezultati ispitivanja vizualnomotoričke integracije. Rezultati su uključili zbroj kvadrata, broj stupnjeva slobode (df), srednji kvadrat, F omjer (F) i razinu značajnosti (p).

Kako bi se utvrdila parcijalna razlika na razini pojedinih grupa ispitanika, primijenjena je analiza *post hoc* uz upotrebu Bonferronijeva testa.

Obrada podataka izvršena je upotrebom programskog paketa Statistica 13.3.

Rezultati

U tablici 2 prikazani su parametri deskriptivne statistike i rezultati Kolmogorov-Smirnovljeva testa normaliteta distribucije podataka za varijable VMI testa.

Usporedbom rezultata aritmetičkih sredina (AS) i pripadajućih standardnih devijacija (SD) kod varijable VMI_{time} moguće je uočiti da prosječna odstupanja iznose približno 1/3 vrijednosti aritmetičke sredine kod oba subuzorka ispitanika, pri čemu je kod dječaka evidentirano neznatno povišena vrijednost prosječnog odstupanja

rezultata. Vrijednosti koeficijenata asimetrije ukazuju na pojavu blage pozitivne asimetrije distribucije uz pomak rezultata u zonu nižih vrijednosti i kod dječaka i kod djevojčica. Analizom koeficijenata izduženosti uočava se izražena leptokurtičnost distribucije koja ukazuje na grupiranje podataka u zoni srednjih vrijednosti kod oba subuzorka ispitanika, odnosno povećanu homogenost rezultata.

Tablica 2

Prosječan broj pogrešaka u analiziranom testu iznosi za dječake $VMI_{errors} = 3,65$ i za djevojčice $VMI_{errors} = 3,70$ uz prosječno odstupanje od $SD = 2,73$ odnosno $SD = 2,91$. Vrijednosti koeficijenata asimetrije i spljoštenosti kod subuzorka dječaka ($\alpha_3 = 0,90$; $\alpha_4 = 0,27$) upućuju na normalnu distribuciju podataka bez značajnih odstupanja od referentnih vrijednosti. Kod subuzorka djevojčica koeficijent asimetrije ($\alpha_3 = 1,41$) ukazuje na pojavu blage pozitivne asimetrije, odnosno pomak rezultata u zonu nižih vrijednosti. Takvi nalazi ukazuju na to kako je VMI test bio blago teži od očekivanoga. Također, kod subuzorka djevojčica evidentiran je povećan koeficijent spljoštenosti ($\alpha_4 = 2,08$), što ukazuje na leptokurtičnost distribucije podataka.

Ukupan prosječni rezultat VMI testa kod subuzorka dječaka iznosi $VMI = 32,64$, uz prosječno odstupanje $SD = 9,82$, a kod djevojčica je ta vrijednost $VMI = 30,09$, uz prosječno odstupanje $SD = 7,72$. Evidentirane standardne devijacije ni u jednom slučaju ne prelaze $1/3$ vrijednosti pripadajuće aritmetičke sredine, što upućuje na homogenost postignutih rezultata u odnosu na prosječnu vrijednost. Analizom koeficijenta asimetrije kod subuzorka dječaka ($\alpha_3 = 1,61$) uočava se blaga pozitivna asimetrija distribucije, a visoka vrijednost koeficijenta spljoštenosti ($\alpha_4 = 4,56$) ukazuje na izraženu leptokurtičnost krivulje distribucije, odnosno izraženo grupiranje rezultata oko prosječne vrijednosti. Kod subuzorka djevojčica koeficijent asimetrije ($\alpha_3 = 0,86$) potvrđuje simetričnost distribucije, a blago povišen koeficijent spljoštenosti ($\alpha_4 = 1,50$) ukazuje na pojavu veoma blage leptokurtičnosti distribucijske krivulje.

Nalazi Kolmogorov-Smirnovljeva testa kod sve tri varijable pokazuju da maksimalna odstupanja između empirijskih i teorijskih relativnih kumulativnih frekvencija (max d) ne prelaze kritičnu vrijednost KS-testa ni kod dječaka ni kod djevojčica. U skladu s navedenim moguće je zaključiti da vrijednosti varijabli VMI_{time} , VMI_{errors} i VMI imaju normalnu distribuciju.

Tablica 3 prikazuje matricu korelacija između parametara VMI testa. Analiza rezultata pokazuje slabu, ali statistički značajnu negativnu korelaciju između varijabli VMI_{time} i VMI_{errors} ($r = -,26$). To podrazumijeva zaključak da su djevojčice koje su završile test brže napravile i učinile više pogrešaka.

Tablica 3

U tablici 4 prikazani su parametri deskriptivne statistike varijabli VMI_{time} , VMI_{errors} i VMI za dječake i djevojčice. Uz vrijednost aritmetičke sredine (AS) dana je vrijednost pripadajuće standardne devijacije (SD), a rezultati su posebno izračunati za svaki razred.

Tablica 4

Analizom parametara deskriptivne statistike kod učenika prvog razreda moguće je uočiti kvantitativnu razliku između rezultata učenika i učenica u svim varijablama. Dječacima je za rješavanje testa u prosjeku bilo potrebno 32,62 sekunde, a djevojčice su test riješile u kraćem roku, odnosno za 28,25 sekundi. Pri tome djevojčice čine i manje pogrešaka, u prosjeku 3,63, za razliku od dječaka iste dobi koji pri rješavanju testa počine prosječno 4,60 pogrešaka. U skladu s vrijednostima varijabli VMI_{time} i VMI_{errors} djevojčice su postigle bolji rezultat i u ukupnom testu VMI, koji kod njih iznosi 35,51, a kod dječaka 41,82.

Kod učenika drugog razreda razlika u vremenu potrebnom za rješavanje testa između dječaka i djevojčica značajno je manja, pa tako dječaci u prosjeku riješe test za 21,76 sekundi, a djevojčice za 21 sekundu. Međutim, za razliku od subuzorka učenika prvih razreda, u drugom razredu djevojčice pri rješavanju testa čine više pogrešaka od dječaka, odnosno 4,65 naprama 3,22. Kondeziranjem navedenih vrijednosti u jedinstven rezultat, vrijednosti varijable VMI idu u korist dječaka koji tako ukupno ostvaruju rezultat 28,20, a rezultat je djevojčica 30,30.

U trećem razredu uočava se blago povećanje razlike u vremenu potrebnom za rješavanje testa između subuzoraka ispitanika. Djevojčice tako postižu bolji rezultat od 20,75 sekundi, a dječacima je za rješavanje testa potrebno 22,15 sekundi. Slično rezultatima dobivenim kod učenika drugog razreda, i u trećem razredu veći je broj pogrešaka kod djevojčica. Međutim razlika je značajno manja, 3,78 naprama 3,30. Sve to rezultiralo je poprilično izjednačenim rezultatima ukupnog VMI testa, koji kod djevojčica iznosi 28,31, a kod dječaka 28,75.

Analiza vrijednosti varijable VMI_{time} kod učenika četvrtog razreda ukazuje na sličan odnos vrijednosti evidentiran i kod učenika trećeg razreda. Tako djevojčice postižu nešto bolji rezultat od dječaka, pa test rješavaju za prosječno 20,01 sekundu za razliku od dječaka kojima je za rješavanje testa potrebno 21,49 sekundi. Međutim, razlika u trendu u odnosu na učenike trećeg razreda vidljiva je kod varijable VMI_{errors} . U četvrtom razredu, naime, dječaci prilikom rješavanja testa čine znatno više pogrešaka, u prosjeku 3,05, u odnosu na djevojčice koje prosječno počine 2,36 pogrešaka. Takve vrijednosti navedenih dviju varijabli rezultiraju dodatnim povećanjem razlike između subuzoraka ispitanika u ukupnom rezultatu VMI testa, koji kod učenica iznosi 24,72, a kod dječaka 27,59.

Tablica 5 prikazuje rezultate jednoznačne faktorske analize varijance s dva kategorijska prediktora; spol i ocjena. Kriterijska varijabla je VMI, odnosno konačni rezultati ispitivanja vizualne motoričke integracije.

Tablica 5

Rezultati provedene analize varijance potvrdili su statistički značajnu razliku između subuzoraka ispitanika u vrijednostima varijable VMI. Navedena razlika evidentirana je kod kategoričkog prediktora razred pri čemu vrijednost F-testa ukazuje na značajnu

razliku među aritmetičkim sredinama subuzoraka. Dobiveni rezultati također pokazuju statistički značajan interakcijski učinak dvaju kategoričkih prediktora, tj. spola i razreda na razliku subuzoraka.

Tablica 6 prikazuje rezultate analize *post hoc* uz primjenu Bonferronijeva testa za kategoričke prediktore spol i dob u odnosu na vrijednosti varijable VMI.

Tablica 6

Rezultati analize *post hoc* nisu potvrdili postojanje statistički značajnih razlika između dječaka i djevojčica u rezultatima VMI testa u odnosu na kriterijsku varijablu razred.

Daljnjom analizom rezultata moguće je primijetiti statistički značajnu razliku kod učenika drugog razreda u odnosu na učenike prvog razreda. Navedena razlika nije detektirana između subuzorka učenika prvog i drugog razreda. Nadalje, analiza rezultata pokazuje kako između učenika drugog i trećeg razreda nema statistički značajne razlike, kako kod učenika tako i kod učenica. Isti pokazatelji dobiveni su i kod učenika, odnosno učenica četvrtog razreda, kod kojih nije zabilježena statistički značajna razlika u odnosu na učenike trećeg razreda. Ta razlika nije otkrivena na subuzorku djevojčica prvog i drugog razreda. Nadalje, analiza rezultata pokazala je da među djecom iz drugog i trećeg razreda nije bilo statistički značajne razlike, kako za dječake tako ni za djevojčice. Isti rezultati dobiveni su za četvrti razred, u kojima nije bilo statistički značajne razlike u odnosu na treće razrede. Rezultati također ukazuju na to kako kod subuzorka učenika statistički značajna razlika nastaje između prvog i drugog razreda, a da je kod subuzorka učenica statistički značajna razlika evidentirana tek usporedbom učenica prvog i četvrtog razreda. Drugim riječima kod subuzorka ispitanika poboljšanje vizualno-motoričke integracije odvijalo se skokovito u kraćem razdoblju, a kod subuzorka ispitanica do navedene je promjene došlo u duljem vremenskom periodu.

Rasprava

Analizirajući dobivene rezultate u cjelini, moguće je uočiti trend poboljšanja rezultata VMI testa u funkciji vremena i kod dječaka i kod djevojčica (tablica 4, prikaz 4). To ukazuje na snažan razvoj vizualnomotoričke integracije djece u dobi od 6 do 10 godina. Razdoblje primarne edukacije obilježeno je evidentnim porastom grafomotoričkih vještina, a uzevši u obzir da je to životno razdoblje u djece inače obilježeno promjenom svih antropoloških obilježja, moguće je pretpostaviti kako proces vizualnomotoričke integracije slijedi sličan trend. Iako je evidentirana kvantitativna razlika između dječaka i djevojčica, analiza varijance nije potvrdila postojanje statistički značajne razlike između subuzoraka ispitanika u pojedinim razredima. Ipak, rezultati pokazuju na postojanje različite dinamike u razvoju vizualnomotoričke integracije između dječaka i djevojčica. Muški ispitanici pokazali su najveći kvantitativni napredak u stupnju vizualnomotoričke integracije između prvog i drugog razreda. Značajnost

utvrđenih razlika potvrđena je primjenom *post hoc* analize. Statistički značajno poboljšanje rezultata VMI testa kao pokazatelj stupnja vizualnomotoričke integracije kod subzorka učenica može se evidentirati tek između ispitanica prvog i četvrtog razreda. Drugim riječima, za razliku od dječaka koji pokazuju skokovit rast u stupnju vizualnomotoričke integracije između prvog i drugog razreda, kod djevojčica je taj rast kontinuiran i ujednačen. Navedena dinamika rezultata jasno je naznačena na prikazu 4 koji također pokazuje vrijednosti varijable VMI za dječake i djevojčice za svaki razred. Nameće se pitanje: je li proces vizualnomotoričke integracije rezultat rasta i razvoja, učenja ili se radi o kombinaciji tih dvaju čimbenika? Naime, kako bi se bolje razumio proces vizualnomotoričke integracije, važno ga je promotriti u kontekstu rasta i razvoja djeteta u cijelosti. Takav integrativni pristup pretpostavlja razumijevanje odnosa koji se javljaju između različitih faktora ontogenetskog razvoja.

Prethodna istraživanja jasno ukazuju na povezanost ontogenetskog razvoja djeteta s vizualnomotoričkom integracijom (Decker, 2008; Decker i sur., 2011; Lin i sur., 2015). Dobiveni rezultati u skladu su s navedenima, budući da su pokazali poboljšanje vizualnomotoričke integracije u funkciji vremena i kod djevojčica i kod dječaka. U skladu s navedenim može se pretpostaviti da ontogenetski razvoj utječe na poboljšanje stupnja vizualnomotoričke integracije. Drugim riječima, vizualnomotorička integracija jasno je povezana s procesima rasta i razvoja, prije svega s razvojem neuromotoričkih i senzomotoričkih funkcija.

Drugi faktor za koji je moguće pretpostaviti da ima pozitivan utjecaj na proces vizualnomotoričke integracije jest proces učenja i uvježbavanja. To je posebno moguće promatrati u domeni grafomotoričkih vještina koje se u sustavu primarne edukacije uče i vježbaju kao dio službenoga školskog programa. Prethodna istraživanja podupiru tu interpretaciju i jasno ukazuju na odnos vještine pisanja i vizualnomotoričke integracije (Cornhill i Case-Smith, 1996; Maki i sur., 2001; Tseng i Chow, 2000; Weil i Amundson, 1994; Weintraub i Graham, 2000). Promatrajući dobivene rezultate s aspekta utjecaja procesa učenja i vježbanja na vizualnomotoričku integraciju djece, posebno je zanimljiv napredak evidentiran kod dječaka između prvog i drugog razreda. Ta točka fleksije u vrijednostima VMI testa može biti rezultat upravo odgovora djece na proces učenja i vježbanja. Jedan od osnovnih obrazovnih ciljeva prvog razreda jest stjecanje vještine pisanja, tako da je nastavni plan i program znatno orijentiran prema postizanju toga cilja. Budući da je sposobnost pisanja s aspekta neuromišićne kontrole grafomotorička vještina, jasno je da proces stjecanja znanja pisanja ovisi o razini vizualnomotoričke integracije i obrnuto. Da bi dijete usvojilo vještinu pisanja, ono mora biti u stanju uskladiti informacije koje dobiva vizualnim putem s finim pokretima šake. Drugim riječima, mora postojati precizna koordinacija vidnih receptora i mišićnih struktura odgovornih za finu manualnu motoriku (Tseng i Chow, 2000; Weil i Amundson, 1994; Weintraub i Graham, 2000). Stoga se može pretpostaviti da proces učenja i vježbanja specifičnih finih motoričkih vještina potrebnih za pisanje ima pozitivan učinak na proces vizualno-motoričke

integracije kod djece. Uzimajući u obzir dobivene rezultate, kao i rezultate prethodnih istraživanja, moguće je pretpostaviti kako je proces vizualnomotoričke integracije uvjetovan s jedne strane dinamikom ontogenetskog razvoja, a s druge procesom učenja i vježbanja specifičnih aktivnosti iz domene finih motoričkih vještina. Važan aspekt znanstvenog interesa u području odgojno-obrazovnog rada jesu razlike između dječaka i djevojčica, budući da o njima ovisi individualizacija pristupa u procesu učenja i podučavanja. Stoga je na ovom mjestu važno osvrnuti se detaljnije upravo na usporedbu rezultata između dječaka i djevojčica. Dobiveni rezultati ukazuju na veći stupanj vizualnomotoričke integracije kod subuzorka djevojčica iz svih razreda osim drugog u kojem dječaci postižu nešto bolje rezultate na VMI testu. Ni rezultati analize varijance, ni rezultati *post hoc* analize nisu potvrdili statistički značajnu razliku između dječaka i djevojčica ni u jednom od promatranih razreda. Dobiveni rezultati indiciraju postojanje razlika u dinamici ontogenetskog razvoja između dječaka i djevojčica, a koji se u ovom slučaju manifestiraju u području vizualnomotoričke integracije. Takvi rezultati na tragu su istraživanja Flatters, Hill, Williams, Barber i Mon-Williams (2014) koji su testirali razlike između dječaka i djevojčica u razvoju manualnih vještina. Rezultati tog istraživanja pokazali su da djevojčice u predškolskoj fazi imaju bolje sposobnosti kontrole ruku u obavljanju novih zadataka. Ipak, autori naglašavaju da na temelju provedenih istraživanja nije bilo mogućnosti tvrditi da djevojčice i dječaci zahtijevaju drukčiji pristup kod razvoja manualnih vještina tijekom procesa obrazovanja.

Prikaz 4

Zaključak

Provedeno istraživanje ukazalo je na snažan razvoj vizualno-motoričke integracije kod djece u dobi od 6 do 10 godina. I dječaci i djevojčice pokazali su poboljšanje u rezultatima VMI testa, a to jasno ukazuje na poboljšanje grafomotoričkih vještina, odnosno finih motoričkih sposobnosti, prije svega u domeni koordinacije vizualnih receptora i efektoru šake.

Proces vizualnomotoričke integracije kod dječaka obilježen je izraženim porastom tog obilježja između prvog i drugog razreda. U tom razdoblju dolazi do najvećeg poboljšanja rezultata u VMI testu te je moguće zaključiti kako je razdoblje od 6. do 7. godine života iznimno važno za razvoj grafomotorike kod dječaka. Po završetku tog razdoblja dolazi do stabilizacije, pa tako proces vizualnomotoričke integracije slijedi linearan trend. Za razliku od dječaka kod djevojčica je proces vizualnomotoričke integracije u cijelom razdoblju od 1. do 4. razreda stabilan i ujednačen. Rezultati VMI testa linearno se poboljšavaju u funkciji vremena, pa je značajnije razlike moguće identificirati tek usporedbom rezultata na početku i na kraju tog razvojnog razdoblja. Također, analiza rezultata ukazala je na kvantitativnu razliku vizualnomotoričke integracije među subuzorcima ispitanika, i to u korist učenika. Evidentirane razlike nisu statistički značajne.

Na temelju analize dobivenih rezultata naglašeno je kako je proces vizualnomotoričke integracije najvjerojatnije rezultat sinergijskog djelovanja ontogenetskog razvoje te procesa učenja i uvježbavanja. Nadalje, ističe se važnost razdoblja od 6 do 11 godina života kao iznimno propulzivno razvojno razdoblje obilježeno razvojem svih antropoloških obilježja. Može se zaključiti da je razdoblje osnovnog obrazovanja iznimno važno u procesu vizualnomotoričke integracije, pa je stoga razumno usmjeriti sadržaj kurikula prema razvoju spomenutih sposobnosti. To životno razdoblje predstavlja optimalnu fazu u kojoj su prethodno navedene sposobnosti plastične i stoga odgovarajuće za programirani razvoj. S aspekta kineziološke znanosti proces vizualnomotoričke integracije, kao složen i integrativan proces, predstavlja iznimno važno područje istraživanja, a njegova daljnja istraživanja mogu imati značajne posljedice na temeljna kineziološka znanja, kao i neposrednu kineziološku praksu. Na temelju svega navedenog nameće se potreba za usmjeravanjem znanstvenoistraživačkog fokusa na istraživanje mlađih dobnih skupina kako bi se detektiralo moguće postojanje senzibilnih faza kao i razlika između dječaka i djevojčica u procesu vizualnomotoričke integracije.