

**медицински третман****ДИНАМИКАТА НА  
КОМПЛЕКСНИТЕ ФОРМИ НА  
ВИЗУЕЛНАТА ПЕРЦЕПЦИЈА КАЈ  
ДЕЦА ОД ПРЕДУЧИЛИШНА  
ВОЗРАСТ (НЕВРОПСИХОЛОШКА  
АНАЛИЗА)***Нели ВАСИЛЕВА*

Софиски универзитет „Св. Климент Охридски“,  
Софија, Бугарија

Примено: 26.08.2015  
Прифатено: 11.10.2015  
UDK: 159.937.5-053.4

**Резиме**

**Вовед:** Експерименталните податоци за децата од предучилишна возраст сведочат за определувачката улога на аудитивните и визуелните процеси за подоцнежните вештини за читање, па затоа истражувањето на комплексните форми на визуелната перцепција на оваа возраст е дијагностички важно.

**Цели:** Основна цел на ова истражување е проценка на сензитивниот период за невербалните перцептивни операции кај децата од предучилишна возраст и одредување субгрупа со ниски резултати за невербална перцепција.

**Методологија:** Динамиката на визуелната перцепција (визуелно спознавање) кај децата со типичен развој беше тестирана со адаптирана верзија на тестот Poppelreuter-Ghent Test за сегрегација заснована на слики. Вкупниот број на предмети што се преклопуваат е 33, групирани според нивото на тежината. Децата добиваат од секоја група предмети одделно во последователни секвенции и треба да го издвојат и именуваат предметот.

Адреса за кореспонденција:  
Нели ВАСИЛЕВА  
Софиски универзитет „Св. Климент Охридски“  
Софија, Бугарија  
Е-пошта: vasnel@abv.bg

**medical treatment****DYNAMICS OF THE COMPELEX  
FORMS OF VISUAL PERCEPTION  
IN CHILDREN OF PRE-SCHOOL  
AGE (A NEUROPSYCHOLOGICAL  
ANALYSIS)***Neli VASILEVA*

Sofia University “Ss. Kliment Ohridski”,  
Sofia, Bulgaria

Received: 26.08.2015  
Accepted: 11.10.2015  
Original article

**Abstract**

**Introduction:** Experimental data in preschool aged children proves the determining role of the auditory and visual processes for future reading skills, therefore the investigation of complex forms of visual perception in this age period is diagnostically important.

**Objectives:** Basic aim of the research is assessment of the sensitive period for the non-verbal perceptive operations in preschool aged children, and determination of subgroup with low results for non-verbal perception.

**Methods:** The dynamics of the visual perception (visual gnosis) in typically developing children were tested with an adapted version of the Poppelreuter-Ghent Test for figure-ground segregation. The total number of overlapping objects is 33, grouped according to the level of difficulty. The children are given a group of objects separately in a following sequence and they should segregate and name the objects.

Corresponding address:  
Neli VASILEVA  
Sofia University “St. Kliment Ohridski”,  
Sofia, Bulgaria  
E-mail: vasnel@abv.bg

**Резултати:** Во истражувањето учествуваа 365 деца со типичен развој без нарушување на видот и без коригиран визус. Сите деца, на возраст од 4, 5 и 6 години од три различни средини посетуваа државни гранки, а мајчин јазик им е бугарскиот. Беше направена дисперзивна анализа со шематски приказ за да се одреди статистичката значајност на независните фактори возраст, пол и опкружување. Податоците од истражувањето покажуваат дека 5-годишната возраст е сензитивна за комплексните форми на визуелната перцепција, споредно со 4-годишната ( $p < 0.000009$ ) и шестгодишната возраст ( $p < 0.001650$ ). Влијанието на демографскиот фактор е прикажано со значајно подобри резултати кај децата од голем град споредено со главниот град ( $p < 0.000926$ ) и со мал град ( $p < 0.000700$ ). Влијанието на полот како фактор се должи на подоброто функционирање на девојчињата во невербалните перцептивни операции ( $F = 1,346$ ,  $p < 0.019$ ). Според дополнителните анализи, 25% од шестгодишните деца покажуваат низок степен за комплексни форми на невербално визуелно сознавање што може да се смета како ризик за развој на дислексија.

**Заклучок:** На возраст од 4 до 6 години се одвива процес на динамична матурација на структурите на венстралниот визуелен систем на десната хемисфера којшто доведува до значително подобрување на способностите за разликување предмети од визуелната пренатрупаност. Тестот Poppelreuter's test овозможува објективна проценка на состојбата на способностите за невербалната перцепција кај децата од предучилишна возраст и може да се искористат за дијагностицирање на предзнаците за дислексија.

**Клучни зборови:** визуелно спознавање во комплексна средина, тест Poppelreuter-Ghent Test, сегрегација заснована на слики, дорзален и венстрален визуелен проток, предучилишна возраст, развојна дислексија

### Моментална состојба

Последнава деценија детската невропсихологија бележи рапиден развој на Запад, за

**Results:** A number of 365 typically developing children without diagnosis of visual disorders and without corrected visus took part in the research. All children, aged 4, 5, and 6 from three different settlements attend state nursery schools and have Bulgarian as a mother tongue. A three-factor dispersion analysis was held to define the statistical significance of the independent factors age, gender and settlement. The research's data define the 5 year olds as sensitive about the dynamics of the complex forms of visual perception, compared to the four year old children ( $p < 0.000009$ ) and the six year old children ( $p < 0.001650$ ). The influence of the demographic factor is engaged with the significantly better results of the children from the big town compared to the capital ( $p < 0.000926$ ) and small town ( $p < 0.000700$ ). The influence of the gender as a factor is due to the better functioning of the non-verbal perceptive operations in the females ( $F = 1,346$ ,  $p < 0.019$ ). According to the additional analysis, 25% of the children at the age of six demonstrate a low rating of the complex forms of non-verbal visual gnosis that could be reviewed as risk for developing dyslexia.

**Conclusion:** In the age period 4 – 6, there is a process of dynamic maturation of the right-hemispheric structures of the ventral visual system, leading to substantial improvement of the abilities for discrimination of objects in visual crowding. Poppelreuter's test allows an objective assessment of the state of the non-verbal perceptive abilities in pre-school age and could be used in the diagnostics of predictors for dyslexia.

**Keywords:** visual gnosis in complex environment, Poppelreuter-Ghent Test, figure-ground segregation, dorsal and ventral visual pathways, preschool age, developmental dyslexia

### Current problems

In the last decades, the children's neuropsychology marks a rapid development in the

разлика од источните училишта. Најчест предмет на невропсихолошките истражувања се различни категории деца со тешкотии во учењето (развојна дислексија), а цел на студиите е да се состават нивните невропсихолошки профили. Ова последново бара различни комбинации на основните и дополнителни дефицити во групите од примарните невропсихолошки функции. Една од најдобро истражуваните категории е синдромот на дислексија. Податоците, фокусирајќи се на предзнаците за развој на дислексија, широко ги дискутираат тешкотиите во фонолошката свесност и рапидното автоматизирано именување (или рапидното именување), исто така идентификувано како потцртувачки индикатори за понатамошни тешкотии за усвојување на читањето (1–4).

Другите постојни теории тврдат дека двата вида сензорна перцепција - аудитивна и визуелна - се дефицитарни во случаите на развојна дислексија (5). Експерименталните податоци за децата од предучилишна возраст сведочат за определувачката улога на аудитивните и визуелните процеси за подоцнежните способности за читање во ранучилишната возраст (6). Некои автори изведуваат значајна врска меѓу визуелното процесуирање (визуелна дискриминација) и успешното подучување читање (7–10).

На овие основи треба да се разгледува дефицитот во функционирањето на визуелното сознавање (претставувајќи ги процесите на класификација и идентификација на визуелните предмети) кај деца од предучилишна возраст со типичен развој како можен невропсихолошки предзнак за симптоми за дислексија. Развојот на комплексните форми на визуелното сознавање се земени предвид, а тие се вклучени во процесите на распознавање и идентификување на реалните предмети во комплексна средина (предмети што се преклопуваат или цртање линии во услови на врева) Тие исто така се поврзани со функционирањето на визуелниот систем, којшто како комплексен невролошки апарат ја поврзува периферната преграда на видот со специјалната област во кортексот, којашто креира комплетна слика. Според Gori & Facoetti (11), голем број автори утврдиле дека прекумерната

Western, likewise in the Eastern schools. Most frequent objects of neuropsychological researches are the different categories of children with learning difficulties (developmental dyslexia), and the aim of the studies is to compose their neuropsychological profiles. The last mentioned require various combinations of basic and additive deficits in groups of primary neuropsychological functions. One of the best-investigated categories is the dyslexic syndrome. Data, focusing upon predictors for developmental dyslexia, broadly discuss the difficulties in phonological awareness and rapid automatized naming (or rapid naming), also identified as underlying indicators for future difficulties for mastering of reading (1–4).

Other existing theories claim that the two types of sensory perception – auditory and visual – are deficient in cases of developmental dyslexia (5). Experimental data in preschool aged children proves the determining role of the auditory and visual processes for future reading skills in early school age (6). Some authors conclude a significant connection between the visual processing (visual discrimination) and successful training in reading (7–10).

These are grounds to look at the deficits in the functioning of the visual gnosis (representing processes of classification and identification of visual objects) in typically developing preschool aged children as a possible neuropsychological predictor for dyslexic symptoms. The development of the complex forms of visual gnosis are taken into consideration, which are engaged in the processes of discerning and identifying real objects in complex environment (overlapping objects or line drawings occult by noise). They are also related to the functioning of the visual system, which as a complex neuronal apparatus binds the peripheral divisions of the vision with the specialized cortex areas, which create a complete image. According to Gori & Facoetti (11), a number of authors determine excessive visual crowding as a visual deficit, associated with developmental dyslexia. The visual crowding creates diffi-

визуелна пренатрупаност е визуелен дефицит, поврзан со развојна дислексија. Визуелната пренатрупаност создава тешкотии при препознавање на предмети, опкружен со слични на нив. Иако обично пренатрупаноста е поврзана со периферниот вид, би можело да се модулира со процесите на вниманието. Врз основа на експериментални истражувања Facoetti и sor. (12) сумираат дека во фазата на предчитање, деца со ризик за дислексија покажуваат значителен дефицит во визуелно-просторното внимание. Аналогни податоци од лонгитудинална студија даваат Franceschini и sor. (13). Тие заклучуваат дека визуелно-просторното внимание во предучилишна возраст конкретно го предвидува понатамошното усвојување на читањето.

Магноцелуларна-дорзалната теорија (14) потекнува од набљудувањето на голем процент на деца кои имаат тешкотии во читањето и кои имаат нарушување во визуелната магноцелуларна – дорзална (МД) патека. Во последните години, ова се користи како објаснување за развојната дислексија. Gori и sor. (15) даваат краток преглед на експерименталните податоци според кои постои причинска врска меѓу дефицитите во функционирањето на визуелната магноцелуларна-дорзална патека и развојната дислексија. Levashov (16) поставува хипотеза која ги објаснува потешкотиите во читањето со нарушувањата во невропсихолошката основа на визуелната перцепција. Тој ја разгледува нејзината поврзаност со функционирањето на патеките на визуелната идентификација – вентрална (парвоцелуларна) и дорзална (магноцелуларна). Вентралниот тракт достигнува во темпоро-окципиталната зона, наречена „Што-зона“, а дорзалната е насочена кон парието-темпоралната зона, наречена „Каде-зона“. Во процесите на визуелна перцепција, постои асиметрија на двата тракта. Во десната хемисфера, тие се поврзани во зоните на просторна анализа и визуелна меморија, а во левата хемисфера во зоната за соматогнозија и зоната одговорна за читање и пишување. Функционирањето на десната хемисфера е поврзано со просторната анализа, просторната ориентација под визуелна контрола, препознавањето, меморирањето на

culties when recognizing objects, surrounded by similar ones. Although crowding is usually related to the peripheral vision, it could be modulated by attentional processes. Based on an experimental research Facoetti et al. (12) summarize that in the pre-reading stage the children at risk for dyslexia demonstrate significant deficits in visual-spatial attention. Analogical data from longitudinal study report Franceschini et al. (13). They conclude that visual spatial attention in preschoolers specifically predicts future reading acquisition. The magnocellular – dorsal (M - D) theory (14) stems from the observation that a high percentage of reading disabled children are impaired in the specific visual M – D pathway. Over the last years, this is used as an explanation for developmental dyslexia. Gori et al. (15) summarize experimental data, according to which there is a causal relationship between the deficits in the functioning of the visual magnocellular–dorsal (MD) pathway and the developmental dyslexia. Levashov (16) also raises a hypothesis, which explains the difficulties in reading with disorders in the neurophysiological base of the visual perception. He reviews its connection to functioning of the pathways of visual identification – ventral (parvocellular) and dorsal (magnocellular), which reaching the cortex form the ventral and dorsal tracts. The ventral tract reaches the temporal-occipital zone, also called “What?” zone, and the dorsal is directed towards the parietal-temporal zone, labelled as “Where?” zone. In the process of visual perception, an asymmetry between the two tracts exists. In the right hemisphere, they are related to the zones of spatial analysis and visual memory, and in the left hemisphere – to the zone for somatognosis and the zone responsible for reading and writing. The functioning of the right hemisphere is connected to spatial analysis, spatial orientation under visual control, recognition and memorizing of complex objects (including faces), copying of tri-dimensional objects, and segregation of

комплексни предмети (вклучувајќи и лица), копирањето на тридимензионални предмети и со сегрегацијата на предмети што се преклопуваат или на нецелосни слики. Од друга страна, левата хемисфера е доминантна во препознавањето и читањето букви и зборови.

Според Ivanickiy и сор. (17) истражувањата на невербалната визуелна гнозија даваат значајни информации за функционирањето на дорзо-темпоралната и окципиталната област, и за интеракцијата меѓу процесите на перцепција и внимание. Постепеното функционално зреење на перцепцијата и вниманието води до карактеристиките на нивната поврзаност со возраста, што води до свесна перцепција. Врз основа на електрофизиолошките тестирања со потенцијали поврзани со настан, Federmeier и Kutas (18) заклучуваат дека левата хемисфера употребува контекстуални информации за да се подготви за визуелна анализа на стимулот. Резултатите ја поддржуваат тезата на авторот дека левата хемисфера активно ги користи информациите за да ги активира перцептивните и семантичките карактеристики на стимулот (аналитичка стратегија), додека десната хемисфера го следи интегративниот пристап (холистичка стратегија).

До денес, во рамките на детската психологија, најчести се истражувањата на визуелната перцепција, земајќи го предвид нивното рано јавување во детскиот развој. Визуелната перцепција има водечка улога во когнитивното функционирање, го осигурува детскиот контакт со околината и просторната ориентација. Прифатена е како еден од најчувствителните маркери кога се оценува детскиот развој поради што нејзиниот дефицит води до проблеми во учењето (19, 20). Значајни во истражувањата на визуелната перцепција се онтогенетските истражувања. Хетерогената зрелост на мозочните структури во онтогенезата дозволува да се определат фазите и динамиката на нејзиното формирање.

Akhutina и Puilaeva (21) цитираат податоци според кои во периодот од 5 до 7 години нарушувањата на визуелната гнозија се поексплицитни во случаите на повреда на десната хемисфера. Симптомите се мани-

overlapping objects or incomplete figures. On the other hand, the left hemisphere is dominant for recognition and reading of letters and words.

According to Ivanickiy et al. (17) the investigations of the nonverbal visual gnosis give valuable information for the functioning of the dorso-temporal and occipital areas, and for the interaction between the perception and attention processes. The gradual functional matureness of the perception and attention leads to age-related specifics of the connections between them, resulting in perception awareness. Based on electrophysiological testing with event related potentials, Federmeier and Kutas (18) conclude that the left hemisphere uses contextual information to prepare for the visual analysis of the stimuli. The results support the authors' thesis that the left hemisphere actively utilizes the "top-down" information to pre-activate the perceptive and semantic features of the stimuli (analytical strategy), whereas the right hemisphere follows the integrative approach (holistic strategy).

Up to the present moment, in the framework of child neuropsychology, most common appear to be the investigations of the visual perception, taking into consideration its early debut in the child development. The visual perception has a leading role in the cognitive functioning, securing the child's contact with the environment and the spatial orientation. It is accepted as one of the most sensitive markers when assessing the child's development that is why its deficits lead to specific learning problems (19, 20). Significant for the study of the visual perception are the ontogenetic researches. The heterochronic matureness of the brain structures in the ontogenesis allows the outlining of the stages and dynamics of its formation.

Akhutina and Puilaeva (21) quote data according to which in the period 5 – 7 years the disorders of the visual gnosis for objects are more explicit in cases of right hemisphere lesions. The symptoms are manifested with difficulties in recognition of realistic objects

фестираат со тешкотии во препознавање на реални предмети и слики со знаци. Најпрепознатливи се грешките во случаите кога постои недоволна работа на дорзалниот и фронтотемпоралниот дел. Повредата на левата хемисфера кај деца на оваа возраст не се поврзува со значајни нарушувања на визуелната гнозија. Во период од 8 до 10 години и од 11 до 13 години, важноста на левата хемисфера се зголемува (особено на темпоро-окципиталната област) во однос на визуелната перцепција. Паралелно се зголемува и улогата на хомотопичните делови на десната хемисфера кои се одговорни за овие процеси. Simernitskaya (22) регистрира значајни нарушувања на визуелната гнозија кај деца со повреда на десната хемисфера, додека повредите на левата хемисфера предизвикуваат само тешкотии во препознавањето на шематски прикази. Таа заклучува дека повредите на десната хемисфера водат главно до промени (именуваниот предмет не е во согласност со предметот на сликата). Според Farber и Beteleva (23), детето има вродена стратегија за процесирање на информации која се наоѓа во левата хемисфера, додека десната целосно почнува да се користи на 16-17 години. Тогаш фронталниот кортекс активно се вклучува во завршните фази на перцепцијата.

Petrenko и Farber докажуваат дека возраста меѓу 5-тата и 7-мата години е поврзана со интензивно зреење на структурите одговорни за анализа на визуелната информација (24). Значајните промени на 5-6 години во организацијата на невролошкиот склоп во каудалните аудалните региони на кортексот стануваат места за различно процесирање на елементите од визуелните стимули. Невропсихолошките истражувања преку методот на поврзување на настани покажуваат значајни промени во различни делови на кортексот пред и по 5-годишна возраст. Кај деца на 6-7 години постои несогласување на компонентите од проектирање асоцијативно-визуелните области, додека на возраст од 3-4 години слична конфигурација на поврзување на настани е регистрирана во сите каудални области. Ова ја објаснува поуспешната сегрегација на модифицирани предмети од страна на 5-го-

and plot pictures with signs for sinister ignorance. Most recognizable are the mistakes in cases of deficits in the work of the dorsal and fronto-temporal areas. Left hemispheric lesions in children in this age range cannot be related to significant disorders on the visual gnosis. In the age periods 8-10 and 11-13, the importance of the left hemisphere (especially of the temporo-occipital areas) increases regarding the visual perception. Parallel increases the role of the homo-topic right hemisphere areas responsible for these processes. Simernitskaya (22) registers prominent disorders in the visual gnosis in children with right-hemispheric lesions, whereas lesions in the left hemisphere cause only difficulties in recognition of schematic object images. She concludes that the lesions in the right hemisphere lead mainly to distant exchanges (the named object does not match the one in the image) and to sinister ignorance. According to Farber and Beteleva (23), the child has an inborn right-hemispheric strategy for information processing, while the left-hemispheric one is mastered fully around the age of 16-17. Then the frontal cortex is actively included in the concluding stages of the perception.

Petrenko and Farber prove that the period between the ages of 5-7 is connected with intensive maturation of the structures responsible for the analysis of the visual information (24). The significant changes during the ages 5-6 in the organization of the neuronal ensembles in the cortex caudal regions become premises for differential processing of the elements of the visual stimuli. Neurophysiology examinations through the method of event-related potentials show significant change in different cortex areas before and after the age of five. In children, aged 6-7 there are discrepancies in the reactivity of the potentials' components from the projecting and associative-visual areas; whereas, in the age period 3-4 similar in configuration event-related potentials are registered from all caudal areas. This explains the more successful segregation of modified

дишните деца. Освен тоа, постои трансформација на движењето на окото, од фиксирано на детали, до согледување на целиот предмет, што овозможува подобро разбирање на процесот на визуелната гнозија.

Terebova (25) истакнува дека формирањето на посебни компоненти на визуелна перцепција во период од 4–7 години се развива нееднакво со визуелно-просторната компонента и постојаната перцепција се формира последна. Levashov and Boyeva (26) ја тестираат визуелната дискриминација кај децата што пишуваат со десна и оние што пишуваат со лева рака, на возраст од 7-9 години, и укажуваат на подобри резултати кај децата кои пишуваат со лева рака, што се објаснува со поврзаноста меѓу водечката рака и десната хемисфера.

Невропсихолошките истражувања на деца обично се фокусираат на раната училишна возраст и ги поставуваат принципите на невропсихолошката онтогенеза. Во оваа смисла, моменталното експериментално истражување има за цел да ги одреди чувствителните периоди при формација на комплексните форми на визуелната гнозија кај деца од училишна возраст кои се со нормален развој. Дополнителната цел е одредувањето на подгрупа на деца со нормален развој кои постигнуваат слаби резултати во визуелната перцепција, што може да биде показател за идни тешкотии во читањето.

### **Методологија**

Истражувањето го користи тестот на Poppelreuter-Ghent за сегрегација на предмети кои се преклопуваат. Моменталната проба ја истражува природата на процесите на визуелната информација во комплексна средина, бидејќи визуелните натрупувања бараат сегрегација базирана на слики. Додека се извршува овој тест се активираат двете визуелни патеки (вентрална и дорзална) во левата хемисфера, со преовладување на вентралната патека, затоа што таа е поврзана со локализирање на предметот и со одговарање на прашањето „што“.

Тешкотиите при сегрегација на сликите од овој тест се обично поврзани со функцио-

objects from five-year-olds. Additionally, there is a transformation of the eye movements from fixed on details, into tracking the whole object, enabling better summary of the process of visual gnosis.

Terebova (25) points out that the formation of the separate components of the visual perception during the age diapason 4–7, progresses unevenly with the visual-spatial component and the constant nature of perception forming last. Levashov and Boyeva (26) test visual discrimination in right-handed and left-handed children, aged 7 – 9, and report a better performance of the left-handed children, which is explained with the connection between the leading hand and the right hemisphere.

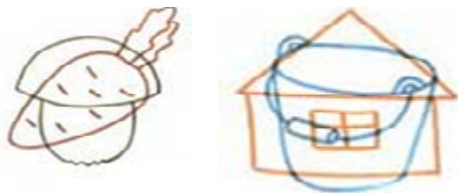
The neuropsychological researches on children usually focus on the early school age and hinder the derivation of principles of the neuropsychological ontogenesis. In this sense, the current experimental research aims to line the tendencies and sensitive periods in the formation of the complex forms of visual gnosis in typically developing pre-school aged children. An additional goal is the specification of a subgroup of normally developing children, who express critically low results for visual perception, which could be a predictor for future reading difficulties.

### **Method**

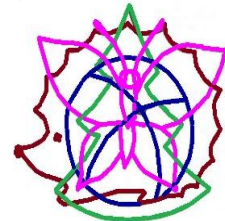
This research uses the Poppelreuter-Ghent Test for segregation of overlapping objects. This current probe investigates the nature of the processing of visual information in the complex environment, since the visual crowding requires a figure-ground segregation. While performing the test the two visual pathways (ventral and dorsal) in the right hemisphere activate, with a prevalence of the ventral pathway, because it is connected to localizing the object and responding to the question “What?”

The difficulties in the segregation of the Poppelreuter’s figures are usually connected to functional deficits in the occipital area of the right hemisphere, because lack or rejection of

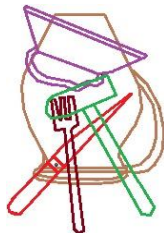
нален дефицит во окципиталната област на десната хемисфера, затоа што недостатокот или одбивањето да се одговори обично е присутно кај деца со оштетувања на функциите на десната хемисфера (27). Поради барањето да се именува одреден предмет, темпоралната област на левата хемисфера дополнително се активира, заедно со нејзините поврзувања со окципитотемпоралните структури во десната хемисфера. Селекцијата на стимулите за тестирање се во согласност со раната возраст на децата и се вклучуваат познати предмети при што нивото на тешкотија се зголемува. Вкупниот број на предмети е 33 : 5 пара предмети во боја кои се преклопуваат (слика 1), 2 групи од 4 предмети кои се преклопуваат (слика 2), 5 предмети во боја кои се преклопуваат (слика 3), 5 црно-бели слики кои се преклопуваат (слика 4). Истражувањето е индивидуално и одговорите се сместени според посебни протоколи. На децата им се дава секоја група предмети посебно, а тие треба да ги одделат и именуваат предметите.



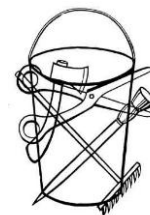
Слика 1 / Figure 1.



Слика 2 / Figure 2.



Слика 3 / Figure 3.



Слика 4 / Figure 4.

#### Критериуми на оценување:

- точно именување на предметот – 5 поени;
- препознавање на предметот со двоумење при негово именување (го менува името на предметот со неговата функционална употреба –

response is mostly among children with faults in the right-hemispheric functions (27). For the demand of naming the segregated object, the temporal areas of the left hemisphere are additionally activated, along with their connections to the occipito-temporal structures in the right hemisphere. The participation of the word changes the perception of the object, since it consolidates its most prominent features.

The selection of the testing stimuli is agreeable to the early age of the children and includes familiar objects with growing level of difficulty. The total number of objects is 33: 5 pairs colored overlapping objects (Figure 1), two groups of 4 colored overlapping objects (Figure 2), 5 colored overlapping objects (Figure 3) and two groups of 5 black-and-white overlapping objects (Figure 4). The investigation is individual and the answers are put in a separate protocol. The children are given each group of objects separately in a following sequence and should segregate and name the objects.

#### Assessment criteria:

- Correct naming of an object – 5 points;
- Recognition of the object with hesitation in naming it (exchange the object name with its functional use – for instance instead of ‘kettle’ – ‘the thing we pour tea with’) – 4 points;



на пример, наместо чајник вели предметот во кој правиме чај) – 4 поени;

- вербално-перцептивна замена – именува функционално близок предмет од истата семантичка група (на пример, за „чекан“ вели „секира“) – 3 поени;
- перцептивно блиски грешки – именува предмет од друга семантичка група која има слични карактеристики („кофа“ – „корпа“) – 2 поени;
- перцептивно далечни грешки – именува предмет од друга категорија поради случајна асоцијација со некои од елементите на предметот („еж“ – „сонце“) – 1 поен;
- грешки (не го гледа предметот) или не може да го именува – 0 поени.

Карактеристиките на функционалниот систем на визуелната перцепција се одредени од индикатори како точност, целосност, волумен и време на перцепција. Во овој случај, волумен и перцепција се мерат со користење на два параметри: број на точни одговори и типологија на неточни одговори. Првото е поврзано со статистичката анализа на резултатите, а второто со нивната интерпретација.

365 деца со нормален развој без дијагноза за визуелни нарушувања и без коригиран визус учествуваат во истражувањето. Сите деца посетуваат градинка/забавиште и бугарскиот јазик им е мајчин јазик. Тие формираат три возрастни групи: 4-годишни (116 деца), 5-годишни (128 деца) и 6-годишни (121 дете). Покрај факторот возраст, децата беа поделени и според големината на средината во која живеат – 195 деца беа од главниот град (1.300.000 жители), 90 живеат во голем град (80.000 жители) и 80 во мал град (11.000 жители). Пропорцијата според полот е 173 машки и 192 женски. Резултатите се обработени според дисперзивната анализа на три-фактор, која беше изведена за секој тип активност.

- Verbal-perceptive exchanges – naming of a functionally close object from the same semantic category (for example ‘hammer’ is replaced with ‘axe’) – 3 points;
- Perceptively close mistakes – naming of an object from another semantic category, which has common features (‘bucket’ – ‘bin’) – 2 points;
- Perceptively distant mistakes – naming of objects from another category due to incidental association with some of the object’s elements (‘hedgehog’ – ‘sun’) – 1 point;
- Misses (fails to see the object) or cannot name it – 0 points.

The features of the functional system of visual perception are determined by indicators such as accuracy, completeness, volume and time for perception. In this case, volume and accuracy of perception are measured by using two parameters: number of correct answers and typology of the incorrect answers. The first one is related mostly to the statistical analysis of the results, and the second – towards their interpretation.

365 typically developing children without diagnosis of visual disorders and without corrected visus took part in the research. All children attend state nursery schools and have Bulgarian as a mother tongue. They form three age groups: 4-year-olds (116 children), 5-year-olds (128 children) and 6-year-olds (121 children). Besides the age factor, the children were separated according to the size of settlement they live in – 195 children from the capital (1 300000 inhabitation), 90 living in a big city (80 000 inhabitation) and 80 – in a small town (11 000 inhabitation). The proportion according to gender is 173 male and 192 female. The results are operated with a tri-factor dispersion analysis, which has been performed separately for each type of tasks.

## Резултати

*Сегрегација на два предмета кои се преклопуваат*

Вредноста на Ф-критериумот од дисперзивната анализа покажува дека само факторот на возраст има статистички значајно влијание ( $F=8,41$ ;  $p<0.000$ ) на зависната варијабла од сегрегацијата базирана на слики. Постои и значајно влијание во интеракцијата на парови Возраст\*Средина ( $F=4.58$ ;  $p<0.001$ ). Профилот на факторот возраст покажува зголемување на резултатот во поттестовите, особено за децата на 5-годишна возраст.

**Табела 1.** Значење на разликите на просечните резултати од сегрегацијата на два предмета кои се преклопуваат

Возраст / Age	{1} - 42.209	{2} - 44.409	{3} - 44.877
4 години / 4 years		<b>0.000015</b>	<b>0.000011</b>
5 години / 5 years	<b>0.000015</b>		0.338075
6 години / 6 years	<b>0.000011</b>	0.338075	

Тестот на Дунсан покажува статистички значајни разлики меѓу два просека, освен кај просеците за децата од 5 и 6 години. Средните вредности за овие возрасти се релативно блиски (табела 1).

*Сегрегација на четири предмети што се преклопуваат*

Тестот бара постојана сегрегација на два пара кои се состојат од четири обоени предмети кои се преклопуваат, што доведува до визуелно натрупување и значајна компликација во визуелното внимание. Резултатите од анализата покажуваат колку е поголема тешкотијата на визуелниот стимул, толку е поголем бројот на независните фактори со статистичко значајно влијание на просечните резултати. Статистички значајно влијание на зависната варијабла има факторот возраст ( $F=31.271$ ;  $p<0.000$ ), факторот средина ( $F=19.04$ ;  $p<0.000$ ) и факторот пол ( $F=8.22$ ;  $p<0.004$ ). Профилот на факторот возраст покажува постепено зголемување на просечниот резултат од 4-годишниците до 6-годишници-

## Results

*Segregation of two overlapping objects*

The values of the F-criteria from the dispersion analysis show that only the independent age factor ( $F=8.41$ ;  $p<0.000$ ) has a statistically significant influence on the dependent variable for figure-ground segregation. There is a significant impact of the paired interaction Age\*Settlement ( $F=4.58$ ;  $p<0.001$ ). The profile of the age factor shows a graduate growth in the score for the sub-test, most prominent for the 5-year-olds.

**Table 1.** Significance of the average scores' differences from segregation of two overlapping objects

Duncan's test establishes statistically significant differences between each two means, except from the means of the children aged 5 and 6. The intermediate values for these ages are relatively close (table 1).

*Segregation of four overlapping objects*

The test requires a continuous segregation of two pairs consisting of four coloured overlapping objects each, which leads to visual crowding and significant complication of the visual attention. The results from the disperse analysis review that the higher the visual stimuli's difficulty, the higher the number of independent factors with statistically significant impact on the average scores. Statistically significant impact on the dependent variable have the factors age ( $F=31.271$ ;  $p<0.000$ ), settlement ( $F=19.04$ ;  $p<0.000$ ) and gender ( $F=8.22$ ;  $p<0.004$ ).

The profile of the age factor shows a gradual increase of the average score with a direction from 4- to 6-year-olds. The increase of the

ците. Зголемувањето на средната вредност на сегрегацијата на предметите што се преклопуваат повторно е најочигледно за 5-годишниците. Сепак, тестот на Duncan открива статистички значајна разлика меѓу двете возрасни групи (табела 2).

**Табела 2.** Значајност на разликите во просечните резултати од сегрегацијата на четири предмети што се преклопуваат

Возраст / Age	{1} - 26.600	{2} - 31.764	{3} - 34.844
4 години / 4 years		<b>0.000009</b>	<b>0.000011</b>
5 години / 5 years	<b>0.000009</b>		<b>0.000500</b>
6 години / 6 years	<b>0.000011</b>	<b>0.000500</b>	

*Сегрегација на пет предмети што се преклопуваат*

Резултатите од дисперзирана анализа на суптест за сегрегација на пет предмети што се преклопуваат покажуваат статистички значајно влијание по зависната варијабла за факторите возраст ( $F=20.34$ ;  $p<0.000$ ) и средина ( $F=4.27$ ;  $p<0.0126$ ), како и на нивната интеракција ( $F=2.686$ ;  $p<0.031$ ). Профилот на факторот возраст покажува позитивна динамика на невербалните гностички операции. Зголемувањето на просечните резултати повторно е највисоко за возраст од 5 години. Разликата меѓу секоја од двете просечни вредности е статистички значајна (табела 3).

**Табела 3.** Значајност на разликите во просечните резултати од сегрегацијата на пет предмети што се преклопуваат

Возраст / Age	{1} - 47.183	{2} - 54.441	{3} - 57.090
4 години / 4 years		<b>0.000009</b>	<b>0.000011</b>
5 години / 5 years	<b>0.000009</b>		<b>0.038430</b>
6 години / 6 years	<b>0.000011</b>	<b>0.038430</b>	

*Консолидирани резултати од тестот за сегрегација на предмети што се преклопуваат*

Во табела 4 се прикажани збирните резултати и основните ефекти на независните фактори врз функционирањето на операциите

intermediate values of the segregation of four overlapping objects is again most obvious for the five-year-olds. However, the Duncan's test reveals statistically significant differences between each two age groups (table 2).

**Table 2.** Significance of the average scores' differences from segregation of four overlapping objects

*Segregation of five overlapping objects*

The results from the disperse analysis of the sub-test for segregation of five overlapping objects, show a statistically significant influence upon the dependent variable of the age ( $F=20.34$ ;  $p<0.000$ ) and settlement ( $F=4.27$ ;  $p<0.0126$ ) factors, as well as on their interaction ( $F=2.686$ ;  $p<0.031$ ). The profile of the age factor shows a positive dynamics of the nonverbal gnosis operations. The increase of the average scores again is highest for the age of five. The difference between each two means is statistically significant (table 3).

**Table 3.** Significance of the average scores' differences from segregation of five overlapping objects

*Consolidated results from the test for overlapping objects segregation*

Table 4 represents the summarized results and the basic effects of the independent factors on the functioning of the operations of

за визуелно спознавање при визуелна пренатрупаност кај возрастниот период од 4 до 6 години. Од вредностите на F-критериумот и веројатноста за доверба (P) јасно е дека трите независни фактори возраст (F=35.20;  $p<0.0001$ ), средина (F=8.66;  $p<0.000$ ) и пол (F=5.54;  $p<0.0191$ ) покажуваат статистички значајно влијание на зависната варијабла.

**Табела 4.** Збирни резултати од Poppelreuter тестот како зависна варијабла

	SS	Степен на слобода / Degr. of - Freedom	MS	F	p
Пресек / Intercept	5043232	1	5043232	1 724.86	0.000000
Возраст / Age	18963	2	9482	<b>35.20</b>	<b>0.0000001</b>
Средина / Settlement	4664	2	2332	<b>8.66</b>	<b>0.000214</b>
Пол / Gender	1493	1	1493	<b>5.54</b>	<b>0.019118</b>
Возраст*Средина / Age*Settlement	2572	4	643	<b>2.39</b>	<b>0.050837</b>
Возраст*Пол / Age*Gender	81	2	41	0.15	0.8602 1
Средина*Пол / Settlement*Gender	877	2	438	1.63	0.197979
Возраст*Средина*Пол / *Settlement*Gender	2690	4	673	2.50	<b>0.042586</b>
Грешка / Error	93189	346	269		

Профилот на факторот возраст покажува зголемување на просечниот резултат на Poppelreuter тестот директно од 4-годишна кон 6-годишна возраст, каде што просечниот резултат е највисок. Duncan тестот ја докажува статистички значајната разлика меѓу секоја од двете просечни вредности поврзани со возраста (табела 5).

**Табела 5.** Значајноста на разликите во просечните резултати кај децата од секоја возрастна група

Возраст / Age	{1} - 115.64	{2} - 130.17	{3} - 136.80
4 години / 4 years		<b>0.000009</b>	<b>0.000011</b>
5 години / years	<b>0.000009</b>		<b>0.001650</b>
6 години / 6 years	<b>0.000011</b>	<b>0.001650</b>	

Влијанието на демографскиот фактор врз развојот на гностичките функции е јасно од повисоките збирни резултати кај децата од голем град. Резултатите на децата од главниот град и од мал град се пониски и ана-

visual gnosis in visual crowding in the age period 4 – 6. From the values of the F-criteria and the confidence probability (P) it is clear that the three independent factors age (F=35.20;  $p<0.0001$ ), settlement (F=8.66;  $p<0.000$ ) and gender (F=5.54;  $p<0.0191$ ) have statistically significant influence on the dependent variable.

**Table 4.** Summarized score of the Poppelreuter test as a dependent variable

The profile of the age factor shows increase in the average score of the Poppelreuter test directed from the age of 4 towards the age of 6, where the average score is highest. Duncan's test proves statistically significant the difference between each two age-related means (table 5).

**Table 5.** Significance of the average scores' differences of the children from each age group

The influence of the demographic factor on the development of the gnosis functions becomes obvious from the higher summarized score of the children from the big city. The scores of the children from the capital

логни. Статистичка значајност всушност е само разлика меѓу просекот на децата од голем град и просекот на другите две групи деца (табела 6).

Збирните резултати за влијанието на факторот пол врз резултатите за сегрегацијата на предметите што се преклопуваат е во прилог на тезата за подобри постигнувања на девојчињата во споредба со момчињата ( $F = 1,346, p = 0.019$ ).

**Табела 6.** *Значајноста на разликите во просечните резултати кај трите вида средини*

Средина / Settlement	{1} – 125.87	{2} – 133.63	{3} – 125.92
Главен град / capital		<b>0.000926</b>	0.981106
Голем град / big city	<b>0.000926</b>		<b>0.000700</b>
Мал град / small town	0.981106	<b>0.000700</b>	

and the small town are lower and analogical. Statistically significant appears to be only the difference between the mean of the children from the big city and the means of the other two groups of children (table 6).

The summarized results for the influence of the gender factor on the results for overlapping objects segregation support the thesis for better achievements of the female compared to males ( $F = 1.346, p = 0.019$ ).

**Table 6.** *Significance of the average scores' differences of the children from the three types of settlements*

**Табела 7.** *Дистрибуција на видовите одговори на Poppelreuter тестот меѓу децата од сите возрастни групи*

Возраст / Age	Точно препознаен / Correctly recognized	Перцептивно затворен / Perceptively close	Перцептивно оддалечен / Perceptively distant	Псевдо-гностички / Pseudognostic	Непрепознаен / Unrecognized	Збир од неточни одговори / Sum of the incorrect answers
4 години / 4 years	<b>62%</b>	11%	10%	1%	16%	<u>38%</u>
5 години / 5 years	<b>71%</b>	12%	9%	1%	8%	<u>29%</u>
6 години / 6 years	<b>76%</b>	10%	7%	0,5%	6%	<u>24%</u>

**Table 7.** *Distribution of the types of answers to the Poppelreuter test between the children from all ages*

Во табела 7 е претставена процентната дистрибуција на точни одговори и видовите погрешни одговори од децата од секоја возрастна група. Ова овозможува квантитативна анализа на резултатите и е во прилог на податоците за позитивна динамика на невербалното визуелно спознавање за децата од 4 до 6-годишна возраст.

## Дискусија

Прикажаните податоци сугерираат подобро снаоѓање на суптестот за сегрегација на два предмета што се преклопуваат. Само децата на 4-годишна возраст покажува-

Table 7 represents the percentage distribution of the correct answers and of the types of wrong answers of the children from each age group. This allows a quantitative analysis of the results and supports the data for positive dynamics of the nonverbal visual gnosis for the age period 4 – 6.

## Discussion

The represented data suggest better management with the sub-test for segregation of two overlapping objects. Only the children aged four demonstrate low results on this

ат ниски резултати на овој суптест. Обично тие можат да издвојат предмет, но грешат при нивната точна идентификација и вербализација.

Суптестот за сегрегација на четири предмети што се преклопуваат води до визуелна пренатрупаност, што го попречува визуелното внимание на децата. Тоа ги објаснува тешкотиите при сегрегација на предметите и значајните разлики меѓу резултатите на секоја од двете возрасни групи. Резултатите покажуваат позитивна динамика во формирањето на процесите на визуелно спознавање, коишто се поддржани од пропорционалното зголемување на предметите за сегрегација со возраста. Значајното покачување на просечните резултати кај 5-годишниците ја потврдуваат улогата на овој возрасен период за квантитативни и квалитативни промени во невропсихолошката организација на визуелниот тракт и за општо-невропсихолошко функционирање. Во прилог на ова се и податоците за значајни промени во текот на возрасниот период во организацијата на нервните склопови во каудалните области на кортексот, воспоставувајќи основи за диференцијално процесуирање на визуелните стимуланси (24).

Влијанието на срединскиот фактор на состојбата на визуелното спознавање при сегрегацијата на предмети е исто така многу интересно. На суптестот, највисоки резултати имаа децата од голем град, а децата од главниот град имаа најнизок просек. Меѓу децата од двете средини постојат оправдани разлики. Овие податоци ја потврдуваат тезата за влијанието на социјалните фактори (семејната средина и методите што се применуваат) врз невропсихолошкиот развој и функционирање во детската возраст, а укажуваат и на потребата од дополнителни компаративни демографски истражувања.

Влијанието на факторот пол е очигледно од релативно повисокиот просечен резултат во корист на женскиот пол. Резултатите се во прилог на тезата за подобар невропсихолошки развој и подобро функционирање на процесите за визуелни информации во десната хемисфера кај женските деца.

Кога станува збор за сегрегацијата на предмети што се преклопуваат, подобри резул-

sub-test. Usually they could segregate the objects, but make mistakes in their correct identification and verbalization.

The sub-test for segregation of four overlapping objects leads to visual crowding, which obscures the visual attention of the children. This explains the difficulties in object segregation and the significant differences between the results of each two age groups. The results reveal a positive dynamics in the formation of the visual gnosis processes, which is supported by the proportional increase of the segregated objects with age. The significant growth of the average scores of the 5-year-olds, confirms the role of this age period for the quantitative and qualitative changes in the neurophysiological organization of the visual tracts and for the general neuropsychological functioning. This is supported by the data for significant changes during this age period in the organization of nerve ensembles in the caudal cortex areas, establishing grounds for differential processing of the visual stimuli (24).

The influence of the settlement factor on the state of the visual gnosis, when segregating four objects, is also interesting. On this sub-test, the highest score were the children from the big city, whereas the children from the capital have the lowest mean. Between the children from each two settlements, there are legitimate differences. This data confirms the thesis for the influence of the social factors (family environment and upbringing methods) on the neuropsychological development and functioning in childhood age, which sets the need for additional comparative demographic researches.

The influence of the gender factor is evident from the relatively higher average scores of the females. The results support the thesis for the overtaking neuropsychological development and better functioning of the holistic right-hemispheric processing of the visual information in female children.

When it comes to segregation of five overlapping objects, the highest results are

тати покажуваат петгодишниците. Оправданоста на разликите меѓу просеците зборува за нивното пропорционално зголемување со возраста. На нив може да се гледа како на обележувач за забрзан развој на венралниот визуелен систем во возрастниот период од 4 до 6 години. Овој период се покажа како сензитивен за комплексните форми за визуелно спознавање, поврзано со процесите за сегрегација заснована на слики при визуелна пренатрупаност. Подобрувањето на способностите за соодветно препознавање на предметите при визуелна пренатрупаност е поврзано со активното формирање на хоризонтални врски меѓу окципито-темпоралниот и фронталниот кортекс, при што последниот ги изразува контролните функции.

Збирот на резултатите од Poppelreuter тестот покажува зголемување на способноста за синтеза на елементите од предметите што се преклопуваат на возраст од 4 до 6 години, најевидентно кај петгодишници. Постоењето на значајни разлики меѓу секоја возрастна група е доказ за позитивната динамика во функционирањето на структурите од постемпоралната и окципиталната област во десната хемисфера, како и за подобрување на перформансите на венралниот визуелен систем. Податоците се во прилог на претходно цитираните изјави за улогата на моторното функционирање во тестирањето на визуелните предмети. Повисоките резултати кај петгодишниците при сегрегација заснована на слики најверојатно се должат на фиксацијата на погледот на најзначајните карактеристики на предметот. Исто така, уверливите разлики во резултатите кај 5 и 6-годишниците зборуваат за подобрување на следењето со движење на очите како обележувач за консолидација на процесите за визуелно спознавање. Ова ја објаснува малата доза грешки направени од децата на возраст од 6 години при сегрегација заснована на слики. Претставените податоци се поддржани од истражувањето на Farber и Petrenko (28), коешто ја докажува активацијата, корелацијата со возраста, на структурите на венралниот визуелен систем одговорен за модално-специфичните карактеристики на

performed by the five-year-olds. The legitimacy of the differences between the means speak for their proportional increase with age. This could be viewed as a marker for accelerated development of the ventral visual system in the age period 4 - 6. This period appears sensitive for the complex forms of visual gnosis, connected with processes for figure-ground segregation in visual crowding. The skills improvement for accurate recognition of objects in visual crowded is connected with active formation of horizontal connections between the occipito-temporal and frontal cortex areas, where the last one express a controlling function.

The summary of the results on the Poppelreuter test show an increase of the ability for synthesis of elements from the overlapping objects in the age period 4 - 6, mostly evident for the five-year-olds. The existence of significant differences between each age period is a proof for positive dynamics in the functioning of the structures from the posttemporal and occipital areas of the right hemisphere, as well as for improvement of the performance of the ventral visual system. The data are supporting the previously quoted statements for the role of the visual motor functions in testing visual objects. The higher results of the five-year-olds in figure-ground segregation are most probably due to the fixations of the sight towards the most significant features of the object. All the same, the confidence differences in the results of the 5- and 6-year-olds speak for improvement of the tracking eye movements as a marker for the consolidation of the processes for visual gnosis. This explains the small amount of mistakes done by children aged six in figure-ground segregation. The represented data are supported by research made by Farber and Petrenko (28), which proves activation, correlating with age, of the structures from the ventral visual system responsible for the modal-specific features of the objects. Consequently, this leads to improvement of the processes for recognition of the stimuli and their cognitive

предметите. Последователно, ова води кон подобрување на процесите за препознавање на стимулансите и нивната когнитивна контрола.

Збирните резултати за влијанието на демографскиот фактор врз развојот на гностичките функции се поврзани со подобрата изведба на децата од голем град, додека влијанието на факторот пол е во прилог на побрз невропсихолошки развој кај женскиот пол.

Податоците од квантитативната анализа ги потврдуваат заклучоците за позитивна динамика во развојот на визуелното спознавање при визуелна пренатрупаност за предучилишниот период. Најголеми разлики при точна сегрегација на слики што се преклопуваат повторно постојат кај децата од 4 и 5 години. Ова значи подобрување на врската меѓу перцепцијата и вниманието во текот на периодот од петтата година. Претставените податоци коинцидираат со некои морфолошки истражувања за промените во системот на визуелната перцепција по петгодишната возраст, поврзано со значајните промени во структурната организација на невронскиот склоп во каудалните области на мозокот (29). Исто така, меѓу секоја група деца нема доверливи разлики за случаите на точна сегрегација на предметите што се преклопуваат. Такви случаи за 4-годишни деца се евидентни кај 16% од одговорите, а кај децата од 5 и 6 години се двојно помали - 8% и 6% соодветно. Иако со возраста стапката на точна сегрегација на предмети што се преклопуваат се зголемува, децата опстојуваат на правење перцептивно блиски и перцептивно далечни грешки (табела 7).

Според Akhutina и Puilaeva (30), не постои единствена кореспонденција меѓу видовите грешки и нивните поттикнувачки механизми. Прифатливо е дека перцептивно блиските грешки се должат на слабоста во програмирањето и контролата, како и во дефицитот во визуелното процесирање. Од друга страна, перцептивно далечните и вербалните грешки се објаснуваат со дефицит во левата хемисфера. Како резултат од едно многу големо истражување, авторите прават компаративна анализа на резултати-

control.

The summarized results for the influence of the demographic factor on the development of the gnosia functions are connected with better performance of the children from the big city, whereas the influence of the gender factor proves the faster neuropsychological development in females.

The data from the quantitative analysis confirm the conclusion for the positive dynamics in the development of the visual gnosia in visual crowding for the preschool age period. The biggest differences in correct segregation of overlapping figures are again among the children ages 4 and 5. This means improvement of the connection between the perceptions and attention during the period of the fifth year. The represented data coincide with some morphological investigations for changes in the system of the visual perception after the age of five, connected with significant changes in the structural organization of the neuronal ensembles in the caudal brain areas (29). All the same, between each group of children confidence differences for the cases of correct segregation of overlapping objects are not present. This is completed by the percentage distribution of the non-segregated overlapping objects. Such cases for the children aged 4 are evident in 16% of the answers, whereas for the children aged 5 and 6 they are twice less – 8% and 6% respectively. Although with the age the rate of correctly segregated overlapping objects increases, the children persist on making perceptively close and perceptively distant mistakes (table 7).

According to Akhutina and Puilaeva (30), a single correspondence between the type of mistakes and their triggering mechanism does not exist. It is accepted that the perceptively close mistakes are due to weaknesses in the programming and control, as well as to deficits in the visual processing. On the other hand, the perceptively distant and verbal mistakes are explained with left hemisphere deficits. As a result from a huge investigation, the authors make comparative analy-



те од различни истражувања на визуелното спознавање, којашто покажува дека тестот Poppelreuter тестот е најтежок за децата со неразвиени аналитички (лева хемисфера) принципи за информациското процесирање. Тие заклучуваат дека кај децата со еднакво ниво на развој, некои индивидуални разлики се евидентни, како резултат на нерамномерното формирање на компонентите од визуелното и вербалното функционирање.

Дополнително потенцираните возрасни норми за завршување на Poppelreuter тестот покажуваат интересни тенденции. Се чини дека за 6-годишниците, коишто треба да тргнат в училиште, може да се дефинираат три субгрупи: водечка група - 26% од испитуваните деца, средна група - 49% и групата што заостанува - 25%. Ова значи дека  $\frac{1}{4}$  од идните ученици покажуваат значителна слабост во способностите за визуелна дискриминација во случаите на визуелна пренатрупаност. Незадоволителниот развој на комплексните форми за визуелна перцепција може да се разгледува како предзнак за подоцнежните тешкотии при читање и ја покажува дијагностичката и прогностичката валидност на испитувањето на Poppelreuter проба за предучилишните деца.

### **Заклучок**

Анализата на претставените податоци покажува дека за возрасниот период 4 - 6 постои процес на динамична матурација на структурите на вентралниот визуелен систем во десната хемисфера, кој води до супстенцијално подобрување на способностите за визуелна дискриминација на предмети при визуелна пренатрупаност. Употребата на образложените прогностички способности е многу важна како невропсихолошка дијагностичка алатка за децата, бидејќи тие овозможуваат рано дијагностицирање на случаи на задоцнет развој во рамките на општите норми за децата. Ова би можело да одговори на една од водечките тенденции во развојот на науката за неврологијата, поврзано со раната превенција на подоцнежните тешкотии за читање.

sis of the results from different probes for visual gnosis, which show that the Poppelreuter test appears to be the most difficult for the children with undeveloped analytical (left-hemispheric) principle of information processing. They conclude that in children with equal level of development, some individual differences are evident, due to the uneven formation of the components of the visual and verbal functions.

The additionally outlined age norms for the accomplishment of the Poppelreuter tests show interesting tendencies. It appeared that for the 6-year-olds, who are about to enter school, three subgroups could be defined: leading group – 26% of the researched children, medium group – 49% and behind group – 25%. This means that  $\frac{1}{4}$  of the future students express significant weaknesses in the abilities of visual discrimination in cases of visual crowding. The unsatisfactory development of the complex forms of visual perception could be viewed as a predictor for future reading difficulties and proves the diagnostic and prognostic validity of the Poppelreuter probe for the pre-school age period.

### **Conclusion**

The analysis of the represented data shows that for the age period 4 – 6 there is a process of dynamic maturation of the right-hemispheric structures of the ventral visual system, leading to substantial improvement of the abilities for visual discrimination of objects in visual crowding. The use of the prognostic abilities of the elaborated, for the children's neuropsychology diagnostic tool is very important, since they allow early registering of the cases of delayed development in the frameworks of the broad children norm. This could respond to one of the leading tendencies in the developmental neuroscience, connected with early prevention of future reading difficulties.

## Конфликт на интереси

Авторот изјавува дека не постои конфликт на интереси.

## Conflict of interests

Author declares no conflict of interests.

## Референци / References

1. Ackerman PT, Dykman RA. Phonological processes, confrontational naming, and immediate memory in dyslexia. *Journal of Learning Disabilities* 1993; 26(9):597–609.
2. Fawcett AJ, Nicolson RI. Naming speed in children with dyslexia. *Journal of Learning Disabilities* 1994; 27:641–646.
3. Korhonen TT. The persistence of rapid naming problems in children with reading disabilities A nine-year follow-up. *Journal of Learning Disabilities* 1995; 28(4): 232–239.
4. Araújo S, Faiska L, Petersson K, Reis A. What does rapid naming tell us about dyslexia? *Avances en Psicología Latinoamericana* 2011; 29(2):199–213.
5. Badian NA. Does a visual-orthographic deficit contribute to reading disability? *Annals of Dyslexia* 2005; 55:28–52.
6. Hood M, Conlon E. Visual and auditory temporal processing and early reading development. *Dyslexia: An International Journal of Research and Practice* 2004; 10: 234–252.
7. Cornelissen PL, Hansen PC, Gilchrist I, Cormack F, Essex J, Frankish C. Coherent motion detection and letter position encoding. *Vision Research* 1998; 38:2181–2191.
8. Olson R, Datta H. Visual-temporal processing in reading-disabled and normal twins. *Reading and Writing*, 2002; 15:127–149.
9. King B, Wood C, Faulkner D. Sensitivity to auditory and visual stimuli during early reading development. *Journal of Research in Reading*, 2007; 30: 443–453.
10. Pammer K, Kevan A. The contribution of visual sensitivity, phonological processing, and nonverbal IQ to children's reading. *Scientific Studies of Reading* 2007; 11:33-53.
11. Gori S, Facoetti A. How the visual aspects can be crucial in reading acquisition: The intriguing case of crowding and developmental dyslexia. *Journal of Vision*, 2015; 15(1):1–20.
12. Facoetti A, Trussardi A, Ruffino M, Lorusso M et al. Multisensory Spatial Attention Deficits Are Predictive of Phonological Decoding Skills in Developmental Dyslexia. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 2012; 22 (5): 1011–1025.
13. Franceschini S, Gori S, Ruffino M, Pedrolli K, Facoetti A. A Causal Link between Visual Spatial Attention and Reading Acquisition. *Current Biology*, 2012; 22, 814–819, DOI 10.1016/j.cub.2012.03.013.
14. Stein J, Walsh V. To see but not to read: The magnocellular theory of dyslexia. *Trends in Neuroscience* 1997; 20:147–152.
15. Gori S, Seitz A, Ronconi L et al. Multiple Causal Links Between Magnocellular–Dorsal Pathway Deficit and Developmental Dyslexia. *Cereb. Cortex*, 2015; doi: 10.1093/cercor/bhv206.
16. Levashov OV. Funktsionalnaia asimmetriya magno- i parvocellularnoj (fazicheskoj i tonicheskoj) pri lokalnih porazheniah mozga i pri disleksii: nejrobiologicheskij podhod. *Zhurnal Asimmetria* 2009; 3 (2):73 – 98.
17. Ivanickiy AM, Strelec VB, Korsakov IA. Informatsionnue protsessui mozga I psyhicheskaya deyatelnost. Moskva. Nauka. 1984.
18. Federmeier KD, Kutas M. Picture the difference: electrophysiological investigations of picture processing in two cerebral hemispheres. *Neuropsychologia*, 2002; 40:730–747.
19. Bezrukih MM. Zriteljnoe vospriyatie kak integrativnaya karakteristika poznavatel'nogo razvitya detej 5-7 let. *Novie issledovanya*, 2008; 1 (14):13–26.
20. Tseng MH, Chow SM. Perceptual-Motor Function of School-Age Children with Slow Handwriting Speed. *The American Journal of Occupational Therapy* 2000; 54 (1): 83–88.
21. Akhutina TV, Puilaeva NM. Preodolenie trudnostej uchenya: nejropsihologicheskij podhod. Piter. 2008.
22. Simernitskaya EG. Mozg cheloveka I psihicheskie processui v ontogeneze. Moskva. 1985.
23. Farber DA, Beteleva TG. Formirovanie sistemui zritel'nogo vospriyatiya v ontogeneze. *Fiziologiya cheloveka*, 2005; 31 (5): 26–36.
24. Petrenko NE, Farber DA. Vozrastnaya dinamika mozgovoj organizatsii opoznaniya fragmentarnih izobrazhenij u detej ot 5-6 k 7-8 godam. *Novue issledovanya*, 2011; 4 (29): 5–14.
25. Terebova NN. Vozrastnuie osobennosti

- funktsionalnoi organizatsii korui golovnog mozga u detei 5, 6 i 7 let s raznuim urovnem sformirovannosti zriteljnogo vospriyatiya. Avtoreferat na soiskanie uchenoj stepeni kandidata biologicheskikh nauk. Moskva. 2010.
26. Levashov O, Boyeva E. Visual recognition of embedded pictures in left-handed and right-handed children. *Perception* 1999; 22 European Conference on Visual Perception, Trieste, Italy. Abstract Supplement: 147.
  27. Biziuk AP. Kompendium metodov nejropsihologicheskogo issledovaniya. Sankt-Peterburg. Rech. 2005.
  28. Farber DA, Petrenko NE. Individualjnuie osobennosti zritel'nogo opoznaniya u detei predshkol'nogo vozrasta. *Almanah Novuie issledovaniya*, 2012; 1 (30): 31–43.
  29. Semenova LK, Vasileva VV, Tshmistrenko TA. Strukturnuie preobrazovaniya korui bolshogo mozga cheloveka v postnatalnom ontogeneze. Strukturno-funktsionalnaiya organizatsiya razvivaushevosiya mozga. Leningrad. 1990: 8–45.
  30. Akhutina TV, Puilaeva NM. Diagnostika razvitiya zritelno-verbalnuih funkciy. Moskva. 2003.