

КОМП'ЮТЕРНІ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ МОТОРИКИ У ФІЗИЧНОМУ ВИХОВАННІ ШКОЛЯРІВ ІЗ ДЕПРИВАЦІЄЮ СЛУХУ

Лісенчук Г. А.

*доктор наук з фізичного виховання і спорту, професор,
професор кафедри теорії і методики фізичної культури
Миколаївський національний університет імені В. О. Сухомлинського
вул. Нікольська, 24, Миколаїв, Україна
orcid.org/0000-0002-7788-9050
lisgen2019@gmail.com*

Хмельницька І. В.

*кандидат наук з фізичного виховання і спорту,
доцент кафедри біомеханіки та спортивної метрології
Національний університет фізичного виховання і спорту України
вул. Фізкультури, 1, Київ, Україна
orcid.org/0000-0003-0141-3301
khmeln.irene@gmail.com*

Крупеня С. В.

*кандидат наук з фізичного виховання і спорту,
доцент кафедри хортингу та реабілітації
Університет державної фіскальної служби України
вул. Університетська, 31, Ірпінь, Київська область, Україна
orcid.org/0000-0001-7888-1133
svetboock@ukr.net*

Литвиненко О. М.

*кандидат педагогічних наук,
доцент кафедри теорії та методики фізичної культури
Миколаївський національний університет імені В. О. Сухомлинського
вул. Нікольська, 24, Миколаїв, Україна
orcid.org/0000-0001-8727-2751,
olga4477@ukr.net*

Борецька Н. О.

*кандидат наук з державного управління,
доцент кафедри теорії та методики фізичної культури
Миколаївський національний університет імені В. О. Сухомлинського
вул. Нікольська, 24, Миколаїв, Україна
orcid.org/0000-0002-1948-0396
borecka2019@gmail.com*

Ключові слова: біомеханічний відеокомп'ютерний аналіз, рухова функція, діти 7–10 років, моніторинг, порушення слуху.

Аналіз науково-методичної літератури показав, що практика адаптивного фізичного виховання у спеціалізованих школах потребує комп'ютерних технологій контролю моторики дітей, оскільки заняття фізичною культурою можуть мати успіх лише у разі індивідуалізації, строгої адекватності особистісним і функціональним особливостям дитини з обмеженими можливостями. Мета дослідження – розробка програмного забезпечення комп'ютерного моніторингу моторики молодших школярів із вадами слуху. Методи дослідження: узагальнення даних науково-методичної літератури та досвіду передової практики, біомеханічний відеокомп'ютерний аналіз, педагогічне тестування, педагогічний експеримент, методи математичної статистики. Проведено тестування біомеханічних характеристик 59 школярів 7–10 років спеціальної середньої загальноосвітньої школи-інтернату № 9 м. Києва для дітей зі зниженим слухом і 111 здорових дітей 7–10 років середньої загальноосвітньої школи № 229 м. Києва. Розроблено програмне забезпечення «БіоВідео» для визначення біомеханічних характеристик рухової функції людини на основі реєстрації (відеозйомки) рухової дії цифровою камерою. Програмне забезпечення «БіоВідео» призначене для одержання кінематичних і динамічних характеристик, а також побудови біокінематичних схем рухових дій молодших школярів із депривацією слуху за відеограмою. Біомеханічний фазовий аналіз біокінематичних характеристик рівноритмічної тестової вправи у фронтальній площині, виконаний за допомогою програмного забезпечення «БіоВідео», дозволив кількісно вимірити такі відносно самостійні види координаційних здібностей, як відчуття ритму й орієнтації у просторі школярів із депривацією слуху. Обґрунтовано використання програмного забезпечення комп'ютерного моніторингу моторики молодших школярів з депривацією слуху, що дозволяє здійснювати об'єктивний контроль їхнього фізичного розвитку і фізичної підготовленості, на основі отриманих результатів інтенсифікувати процес фізичного виховання, диференціювати та індивідуалізувати програми фізкультурних занять, автоматизувати операції аналізу й оцінки отриманих даних.

COMPUTER MOTORICS CONTROL SYSTEMS IN PHYSICAL EDUCATION OF SCHOOLCHILDREN WITH HEARING DEPRIVATION

Lisenchuk H. A.

*Doctor of Sciences in Physical Education and Sports, Professor,
Professor at the Department of Theory and Methods of Physical Culture*

V. O. Sukhomlynskyi Mykolaiv National University

Nikolska str., 24, Mykolaiv, Ukraine

orcid.org/0000-0002-7788-9050

gennadii.lisa@gmail.com

Khmelnitska I. V.

*Candidate of Sciences in Physical Education and Sports,
Associate Professor at the Department of Biomechanics and Sport Metrology*

National University of Ukraine on Physical and Sports

Fizkultury str., 1, Kyiv, Ukraine

orcid.org/0000-0003-0141-3301

khmeln.irene@gmail.com

Krupenya S. V.

*Candidate of Sciences in Physical Education and Sports,
Associate Professor at the Department of Horting and Rehabilitation
University of State Fiscal Service of Ukraine
Universytetska str, 31, Irpin, Kyiv region, Ukraine
orcid.org/0000-0001-7888-1133
svetboock@ukr.net*

Lytvynenko O. M.

*Candidate of Pedagogical Sciences,
Associate Professor at the Department of Theory and Methods of Physical Culture
V. O. Sukhomlynskyi Mykolaiv National University
Nikolska str., 24, Mykolaiv, Ukraine
orcid.org/0000-0001-8727-2751,
olga4477@ukr.net*

Boretska N. O.

*Candidate of Science in Public Administration,
Associate Professor at the Department of Theory and Methods of Physical Culture
V. O. Sukhomlynskyi Mykolaiv National University
Nikolska str., 24, Mykolaiv, Ukraine
orcid.org/0000-0002-1948-0396
borecka2019@gmail.com*

Key words: *biomechanical
video-computer analysis,
motor function,
children 7–10 years old,
monitoring, hearing impairment.*

The analysis of scientific and methodological literature showed that the practice of adaptive physical education in specialized schools requires computer technology to control children's motorics, as physical education can succeed only in the case of individualization, strict adequacy of personal and functional characteristics of a child with disabilities. The purpose of the study is to develop software for computer monitoring of motorics of primary school children with hearing impairments. Material and methods: generalization of data of scientific and methodical literature and experience of best practice, biomechanical video computer analysis, pedagogical testing, pedagogical experiment, methods of mathematical statistics. Testing of biomechanical characteristics of 59 schoolchildren of 7–10 years of Kyiv special boarding school № 9 for children with hearing impairment and 111 healthy children of 7–10 years of Kyiv secondary school № 229 was carried out. "BioVideo" software was developed to determine the biomechanical characteristics of human motor function based on the registration (video recording) of motor action by a digital camera. The "BioVideo" software is designed to obtain kinematic and dynamic characteristics, as well as to build biokinematical schemes of motor actions of junior schoolchildren with hearing deprivation according to the videogram. Biomechanical phase analysis of biokinematical characteristics of the even-rhythmic test exercise in the frontal plane, performed with the help of "BioVideo" software, allowed to quantify such relatively independent types of coordination abilities as sense of rhythm and orientation in junior schoolchildren with hearing deprivation. The use of software for computer monitoring of motorics of primary school children with hearing deprivation is substantiated, which allows to carry out objective control of their physical development and physical fitness, based on the results to intensify the process of physical education, differentiate and individualize physical education programs, automate analysis and evaluation received data.

Постановка проблеми. Аналіз останніх досліджень і публікацій. Близько 466 млн людей у всьому світі (більше, ніж 5% населення) втратили слух, і 34 млн з них – це діти (для порівняння: у 2002 р. цей показник становив 250 млн осіб із порушеннями слуху, тобто 4,2% від усієї популяції земної кулі. За оцінками, до 2050 р. понад 900 млн людей матимуть втрату слуху. Цілковито ймовірно, що через декілька років медицина зможе лікувати слухову депривацію, але згідно з концепцією сенситивних періодів розвитку рухових здібностей саме молодший шкільний вік є критичним для розвитку до диференціювання просторових і часових характеристик руху, керування часом реакції, ритму [1; 3]. Отже, для теперішніх школярів 1–4 класів цей період буде втраченим для розвитку моторики, якщо не використати його саме зараз.

Проблеми дослідження фізичних якостей дітей із вадами слуху знаходяться в полі зору дефектологів і фахівців постійно [5; 6]. Дослідники визначали фізичні якості дітей із вадами слуху, зокрема показники швидкості, гнучкості, координаційних і швидко-силових здібностей, але, як показує докладний аналіз літературних джерел, здебільшого це роботи, присвячені дошкільному, а також середньому і старшому шкільному віку [1; 4]. Робіт, які присвячені дослідженню особливостей моторики молодших школярів із вадами слуху, вкрай мало, і вони мають дуже розрізнений характер [7; 8], що ускладнює систематизацію і використання опублікованих даних.

Сучасні комп'ютерні технології є ефективним засобом навчання, що суттєво доповнює навчально-наочний арсенал педагога. Більшість комп'ютерних програм, які використовуються у фізичному вихованні школярів, є засобами автоматизації обчислень показників фізичного стану та ведення баз даних. Водночас система тестування, що використовується у спеціальних школах-інтернатах, не дозволяє одержати адекватну оцінку окремих показників моторики дітей, котрі першочергово потребують корекції. Це послужило поштовхом для пошуку нових засобів діагностики й оцінки порушень моторики школярів зі слуховою депривацією.

Мета дослідження – розробка програмного забезпечення комп'ютерного моніторингу моторики молодших школярів із депривацією слуху.

Дослідження виконано відповідно до Зведеного плану НДР у сфері фізичної культури і спорту на 2016–2020 рр. за темами 3.13 «Теоретико-методичні основи здоров'яформуючих технологій в процесі фізичного виховання різних груп населення» (номер державної реєстрації 0116U001615) та 3.23 «Здоров'яформуючі технології дітей та молоді у процесі адаптивного

фізичного виховання (номер державної реєстрації 0116U001620).

Методи дослідження: узагальнення даних науково-методичної літератури та досвіду передової практики, біомеханічний відеокомп'ютерний аналіз, педагогічне тестування, педагогічний експеримент, методи математичної статистики (метод середніх величин, вибірковий метод, дисперсійний і кластерний аналіз). Визначалися такі показники: середнє арифметичне значення \bar{X} , середнє квадратичне відхилення S , розмах R (різниця між максимальною і мінімальною варіантою вибірки).

Внаслідок попереднього контролю моторики були визначені біомеханічні характеристики 59 школярів 7–10 років зі слуховою депривацією у тестовій вправі з різноритмічним виконанням у фронтальній площині. Ступінь зниження слуху у дітей не перевищував 75–80 дБ, тобто всі діти сприймали голосні звуки (наприклад, сплески долонями). Оскільки всі дослідження дітей зі слуховою депривацією необхідно проводити в порівняльному плані з їхніми здоровими однолітками, в експерименті взяли участь 111 здорових дітей 7–10 років середньої загальноосвітньої школи № 229 м. Києва. Дослідження проводилося в Національному університеті фізичного виховання і спорту України на кафедрі біомеханіки та спортивної метрології. Процедура тестування фізичних якостей та аналізу біомеханічних характеристик молодших школярів із депривацією слуху проведена відповідно до етичних стандартів Гельсінської декларації 2008 р. Отримано письмову згоду батьків на участь дітей у експерименті.

Результати дослідження. З метою визначення біомеханічних характеристик рухової функції людини І.В. Хмельницькою розроблено програмне забезпечення «БіоВідео» для проведення біомеханічного відеокомп'ютерного аналізу на основі реєстрації (відеозйомки) рухової дії цифровою камерою [6]. За допомогою «БіоВідео» отримані кінематичні та динамічні характеристики, а також біокінематичні схеми рухових дій молодших школярів із депривацією слуху за відеограмами. Програмні модулі автоматизованої системи біомеханічного відеокомп'ютерного аналізу «БіоВідео» розроблені в середовищі Visual Basic 6.0. Як модель опорно-рухового апарату людини використовувався 14-сегментний розгалужений біокінематичний ланцюг, координати ланок якого за геометричними характеристиками відповідають координатам положення у просторі біоланок тіла людини, а точки відліку – координатам центрів основних суглобів (за Н.О. Бернштейном) [2, с. 51].

На рис. 1 представлені біокінематичні схеми виконання 1–4 фаз тестової вправи хлопчиком 7 років зі слуховою депривацією. На представленій

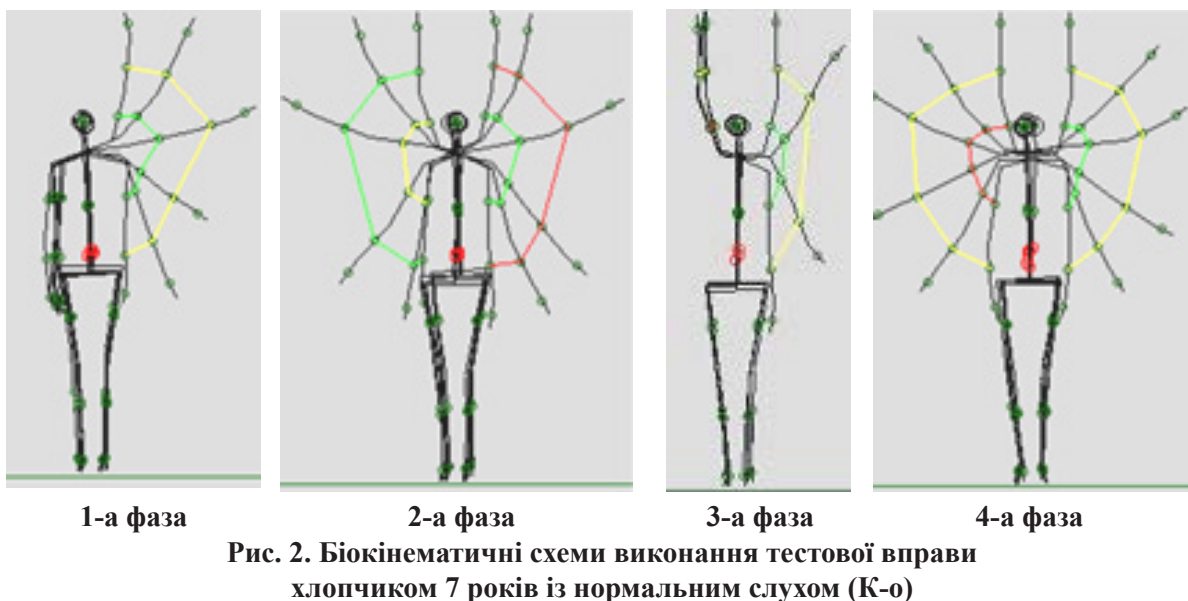
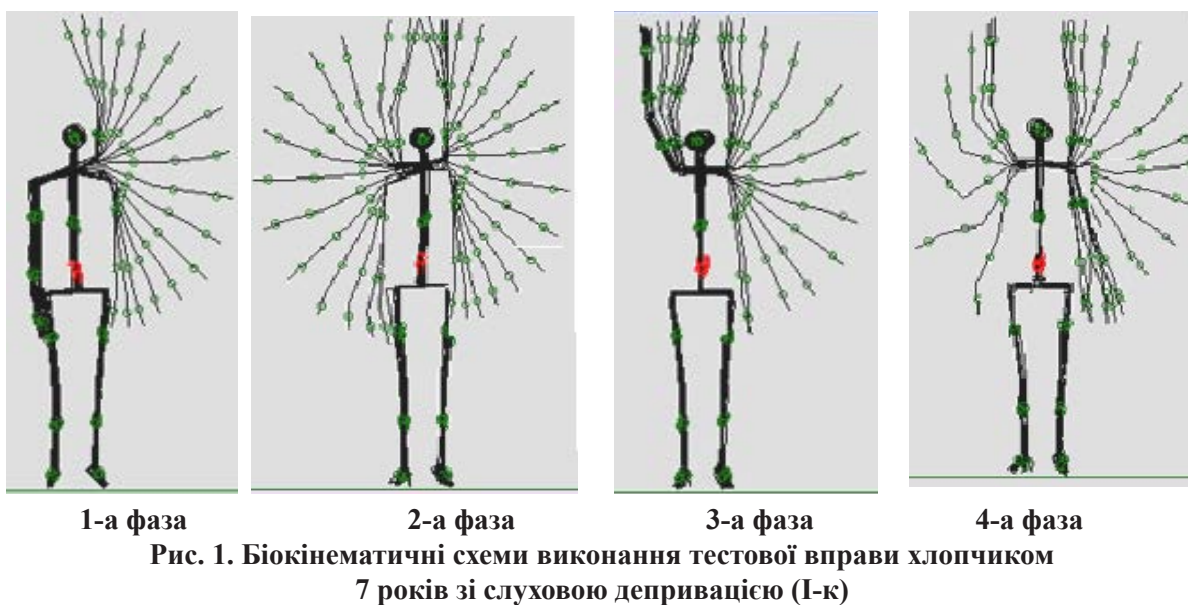
біокінематичній схемі можна бачити найчастішу помилку у виконанні тестової вправи – незавершеність рухової дії, тобто передчасне її припинення, не прийняття «Вихідного положення» на рахунок 4.

Таким чином, за біокінематичною схемою рухової дії візуально можна визначити (рис. 1), що біокінематичні характеристики орієнтації у просторі 7-річного школяра з вадами слуху не відповідають біомеханічним вимогам до реалізації тестового завдання. З метою порівняльного аналізу на рис. 2 представлені біокінематичні схеми виконання тестової вправи хлопчиком 7 років із нормальним слухом. Як видно з рис. 2, у 7-літнього хлопчика з нормальним слухом координованість рухів і здатність до орієнтації у просторі вищі, ніж у його однолітка з вадами слуху.

Результати біомеханічного фазового аналізу часових характеристик виконання тестової рухової дії школярами 7–10 років зі слуховою депривацією та їхніми здоровими однолітками представлені в табл. 1.

На рис. 3 з метою наочного представлення почуття ритму хлопчиків 7–10 років зі слуховою депривацією наведені хронограми часових показників, побудовані за співвідношенням тривалості кожної з 4-х фаз, що виражена у відсотках до загальної тривалості усієї вправи (в ідеалі кожна з 4-х фаз повинна становити 25%).

Динаміка часових показників хлопчиків зі слуховою депривацією 7–10 років показала, що здатність відтворювати темпоритмову структуру рухів розвивається з віком: якщо у 7-літніх хлопчиків розкид тривалості фаз становив 14%, то у 8-літніх



цей показник майже такий самий –15%, у 9-літніх – 11%, а у 10-літніх розкид знизився до 7%.

Динаміка часових показників дівчат 7–10 років зі слуховою депривацією показала, що у 7, 8 і 10-літніх дівчат здатність відтворити темпо-

ритмову структуру рухів гірша, ніж у однолітків-хлопчиків: розкид тривалості фаз 7 і 10-літніх дівчат становив 18%, у 8-літніх цей показник більший – 21%, у 9-літніх дівчат показники такі самі, як у 10-літніх хлопчиків, і становлять 7%.

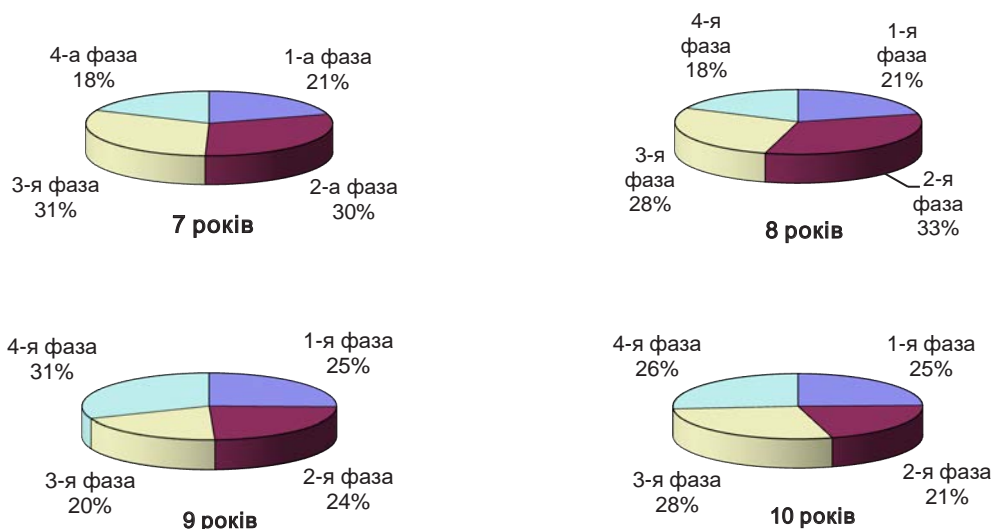


Рис. 3. Кругові хронограми тестової вправи з рівноритмічним виконанням у фронтальній площині хлопчиками 7–10 років зі слуховою депривацією

Таблиця 1

Часові характеристики та координованість рухів школярів зі слуховою депривацією (n=59) і здорових школярів (n=111) 7–10 років

Вік, років	Номер фази	Кількість дітей зі слуховою депривацією	Середнє значення кількості помилок	Школярі зі слуховою депривацією			Кількість дітей із нормальним слухом	Середнє значення кількості помилок	Школярі з нормальним слухом		
				Тривалість фази, с					Тривалість фази, с		
				\bar{X}	S	R			\bar{X}	S	R
7	1	10	2	0,68	0,34	0,48	20	1	0,82	0,29	0,28
	2		3	1,28	0,25	0,36		3	0,58	0,24	0,26
	3		2	1,32	0,14	0,20		1	1,18	0,38	0,52
	4		3	0,33	0,23	0,32		3	1,14	0,31	0,60
8	1	17	1	1,29	0,18	0,36	30	1	0,66	0,14	0,32
	2		1	1,6	0,24	0,44		1	1,39	0,12	0,58
	3		1	1,43	0,22	0,40		2	1,16	0,37	0,24
	4		2	0,76	0,12	0,20		2	0,8	0,26	0,36
9	1	20	0	0,70	0,14	0,20	30	1	0,62	0,26	0,18
	2		1	0,66	0,14	0,20		0	0,8	0,13	0,34
	3		1	0,44	0,13	0,04		0	0,74	0,27	0,12
	4		2	0,82	0,31	0,44		1	0,88	0,12	0,36
10	1	12	0	0,84	0,11	0,16	31	0	1,08	0,16	0,56
	2		0	0,52	0,10	0,14		0	0,74	0,15	0,26
	3		1	0,74	0,06	0,14		0	0,72	0,19	0,24
	4		1	0,72	0,08	0,18		1	0,68	0,20	0,20

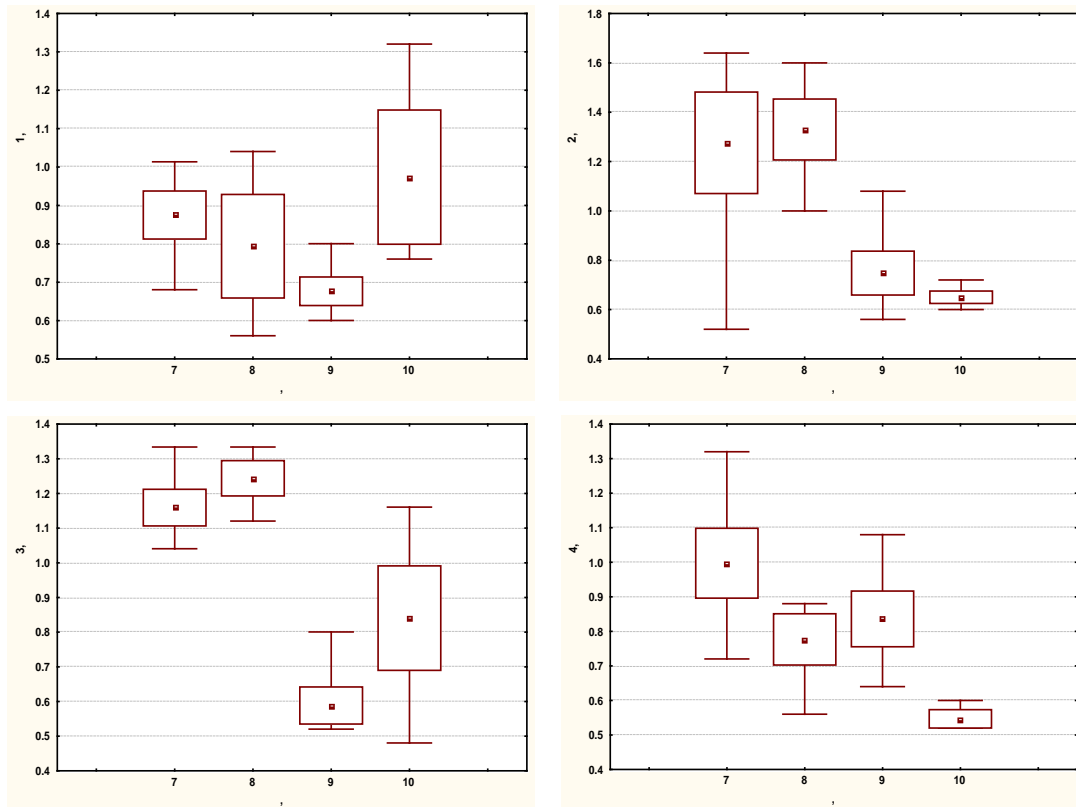


Рис. 4. Гістограми показника тривалості 1–4 фаз тестової вправи з рівноритмічним виконанням у фронтальній площині дітьми 7–10 років зі слуховою депривацією

Позначення: • – середнє арифметичне; \square – $\pm S_x$, —|— – Min-Max

Із табл. 1 видно, що показник тривалості 1–4 фаз неоднорідний, оскільки розкид значень R (розмах, який визначається як різниця між максимальним і мінімальним значеннями) досягає подеколи 50% і більше від середнього арифметичного значення x . На рис. 5 представлені гістограми показників тривалості 1–4 фаз тестової вправи з рівноритмічним виконанням у фронтальній площині дітьми молодшого шкільного віку (хлопчиками та дівчатками 7–10 років) із вадами слуху із зазначеними x , стандартною помилкою середнього арифметичного S_x і розмахом R .

Отже, з метою диференціації програм фізкультурних занять із молодшими школярами з депривацією слуху необхідно позбутися неоднорідності отриманих даних. Для цього усю сукупність випробуваних розділяють на дві чи кілька однорідних частин за допомогою кластерингу (рис. 5).

Доцільність проведення кластерного аналізу з погляду корекції координаційних здібностей складається в можливості більш ефективного диференційованого підходу до програмування фізкультурних занять дітей молодшого шкільного віку з депривацією слуху. Внаслідок проведення кластерного аналізу випробувані розділилися на 2 групи дітей із різним відтворенням темпоритмової структури при вико-

нанні окремих рухів (фази 3-я і 4-я). Ми умовно назвали ці 2 різні відтворення темпоритмової структури рухів таким чином: «низький рівень темпоритмового почуття» (тривалість фаз 3-ї і 4-ї більша середнього арифметичного) і «середній рівень темпоритмового почуття» (тривалість фаз 3-ї і 4-ї менша середнього арифметичного). У 1-й кластер «низький рівень темпоритмового почуття» потрапили 27 випробуваних і у 2-й кластер – 32 відповідно (рис. 5).

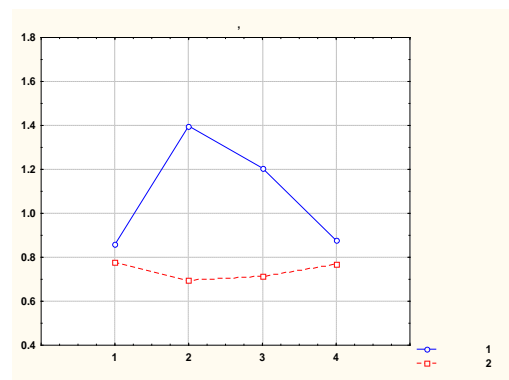


Рис. 5. Кластеринг випробуваних із різним відтворенням темпоритмової структури при виконанні окремих рухів у фазах тестової вправи

Таблиця 2

Результати кластерингу часових характеристик виконання тестової вправи дітьми молодшого шкільного віку з вадами слуху, n=59

Номер фази	Тривалість фази, с					
	Кластер 1			Кластер 2		
	\bar{x}	S	S2	\bar{x}	S	S2
1	0,86	0,10	0,01	0,78	0,12	0,01
2	1,40	0,22	0,05	0,70	0,10	0,01
3	1,21	0,12	0,01	0,71	0,12	0,01
4	0,88	0,12	0,01	0,77	0,10	0,01

У табл. 2 наведені результати кластерингу часових характеристик виконання тестової вправи дітьми молодшого шкільного віку з вадами слуху.

Програмне забезпечення контролю моторики дозволяє на основі отриманих біомеханічних характеристик складати програми фізкультурних занять для корекції рухових здібностей дітей молодшого шкільного віку з депривацією слуху. Розроблені рекомендовані параметри програми коригуючих занять, які вибірково розвивають рухові здібності. Ефективність запропонованої програми фізкультурних занять підтверджується поліпшенням біомеханічних показників в основному педагогічному експерименті.

Висновки. Біомеханічний фазовий аналіз біокінематичних характеристик рівноритмічної тестової вправи у фронтальній площині, виконаний за допомогою програмного забезпечення

«БіоВідео», дозволив кількісно вимірити такі відносно самостійні види координаційних здібностей, як почуття ритму й орієнтації у просторі школярів із депривацією слуху.

Обґрунтовано використання програмного забезпечення комп'ютерного моніторингу моторики молодших школярів із депривацією слуху, що дозволяє здійснювати об'єктивний контроль їхнього фізичного розвитку і фізичної підготовленості, на основі отриманих результатів інтенсифікувати процес фізичного виховання, диференціювати й індивідуалізувати програми фізкультурних занять, автоматизувати операції аналізу й оцінки даних.

Перспективи подальших досліджень полягають у реалізації принципу диференційованого та індивідуального підходу у програмуванні коригуючих занять фізичною культурою осіб з іншими функціональними порушеннями.

ЛІТЕРАТУРА

1. Байкіна Н.Г. Диагностика и коррекция двигательной сферы у лиц с нарушением слуха : учебное пособие. Запорожье : ЗГУ, 2003. 232 с.
2. Бернштейн Н.А. О построении движений. Москва : Медгиз. 1947. С. 121.
3. Лісенчук Г., Жигadlo Г., Литвиненко О., Борецька Н., Лісенчук С. Особливості залучення школярів до оздоровче-рекреаційної діяльності з використанням засобів футболу. *Теорія і методика фізичного виховання і спорту*. 2019. № 2. С. 63–67.
4. Форостян О. Фізичне виховання дітей із сенсорними порушеннями на сучасному етапі. *Особлива дитина: навчання і виховання*. 2015. № 2. С. 22–26.
5. Atasavun U.S., Erden Z., Akbayrak T. Comparison of balance and gait in visually or hearing impaired children. *Percept Mot Skills*. 2010. № 111 (1). P. 71–80.
6. Kashuba V., Khmel'nitska I. Computer systems for monitoring of hard hearing schoolchild's motorics. *Теорія і методика фізичного виховання і спорту*. 2014. № 2. С. 46–49.
7. Nawarecki D., Korobeynikov G., Korobeynikova L., Wojnar J., Zaryczanski J. Physical development and psychological functions in junior schoolchildren. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis. Gymnica*. 2007. № 37 (2). P. 81.
8. Savlyuk S., Khmel'nitska I. Somatic characteristics of health children with hearing deprivation. *Journal of Education, Health and Sport*. 2017. № 7 (1). P. 159–174.

REFERENCES

1. Baikina N.G. (2003) Diagnostika i korrekciya dvigatel'noy sfery u lits s narusheniem sluha [Diagnosis and correction of the motor sphere in persons with hearing impairment] : textbook. Zaporozhye : ZNU. 232 p.
2. Bernstein N.A. (1947) O postroeniyi dvizheniy [About the motion structure]. Moscow : Medgiz.
3. Lisenchuk G., Zhygadlo G., Litvinenko O., Boretska N., Lisenchuk S. (2019) Osoblivosti zaluchennya shkol'yariv do ozdorovcho-rekreatsiynoyi diyalnosti z vykorystanniam zasobiv futbolu [Features of

- involving schoolchildren in health and recreational activities with the use of football]. *Theory and methods of physical education and sports*. Vol. 2. P. 63–67.
4. Forostyan O. (2015) Fizychné vyhovannya ditey iz sensorynymi porushennyami na suchasnomu etapi. *Osoblyva dytyna: navchannya i vyhovannya* [Physical education of children with sensory disorders at the present stage. *Special child: teaching and education*]. Vol. 2. P. 22–26.
 5. Atasavun U.S., Erden Z., Akbayrak T. (2010) Comparison of balance and gait in visually or hearing impaired children. *Percept Mot Skills*. 111 (1). 71–80.
 6. Kashuba V., Khmel'nitska I. Computer systems for monitoring of hard hearing schoolchild's motorics. *Theory and methodic of physical education and sport*. 2014. Vol. 2. P. 46–49.
 7. Nawarecki D., Korobeynikov G., Korobeynikova L., Wojnar J., Zaryczański J. (2007) Physical development and psychological functions in junior schoolchildren. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis. Gymnica*. 37 (2). 81.
 8. Savlyuk S., Khmel'nitska I. (2017) Somatic characteristics of health children with hearing deprivation. *Journal of Education, Health and Sport*. 7 (1). 159–174.