

## **Визначення локалізації ЗЦМ як основа управління ортоградною позою дітей 5–6 років у процесі занять фізичними вправами**

*Національний університет фізичного виховання і спорту України (м. Київ)*

**Постановка наукової проблеми та її значення.** Дошкільний вік – найважливіший етап забезпечення умов оптимального біологічного розвитку дитини: становлення її особистості, формування рухових навичок, розвитку фізичних якостей [3, 9]. Дошкільний віковий період, з одного боку, відрізняється інтенсивним розвитком дитячого організму, а з іншого – низькою опірністю до несприятливих впливів зовнішнього середовища [1].

На жаль, в останні роки в Україні простежуємо тенденцію до погіршення здоров'я дітей старшого дошкільного віку. За минуле десятиліття рівень загальної захворюваності дитячого контингенту збільшився в 1,5 раза [1, 9], при цьому найбільш поширеними серед дітей дошкільного віку є нефіксовані порушення опорно-рухового апарату (ОРА): порушення постави в сагітальній площині зі збільшенням або зменшенням фізіологічних вигинів хребта [3], порушення постави та опорно-ресорних властивостей стопи [2]. Саме тому сьогодні особливу увагу фахівці приділяють факторам, які беруть участь у формуванні біогеометричного профілю постави.

Вертикальна (ортоградна) поза людини зберігається багато в чому завдяки статичній роботі м'язів, що визначається тривалістю їх ізометричної напруги й величиною утримуваного ними при цьому вантажу, їхня напруга підтримується безперервним надходженням нервових імпульсів, а для збереження цього положення перекидаючий момент тіла повинен бути рівним йому (проте зворотним за знаками) моментом сили тяги м'язів [5]. Іншим показником, який впливає на вертикальну стійкість, а отже – на формування постави, є висота розташування загального центру мас (ЗЦМ) тіла дошкільнят.

Відтак ефективність процесу занять фізичними вправами дітей 5–6 років із метою управління ортоградною позою передбачає визначення локалізації ЗЦМ їх тіла.

**Аналіз досліджень цієї проблеми.** Вертикальна поза є одним із найбільш істотних показників стану здоров'я, регуляція пози належать до найбільш актуальних біологічних і соціально-педагогічних проблем сучасності людини [6].

За визначенням А. М. Лапутіна [5], ортоградне положення тіла людини – це такий стан, при якому всі найбільші ланки його тіла розташовуються паралельно вертикальній осі, а ЗЦМ тіла піднято на максимальну висоту над опорою.

Положення ЗЦМ у тілі людини вивчали багато дослідників. На думку науковців [5, 6], його локалізація в людини залежить від розміщення мас окремих частин тіла, а зміни положення тіла або порушення опорно-рухового апарату (ОРА) змінюють і положення центру мас.

Згідно з переконаннями В. О. Кашуби [6], у вертикальному положенні тіло людини може перебувати в трьох видах рівноваги: стабільне, коли ЗЦМ тіла – усередині площі опори; лабільне, при якому ЗЦМ тіла – на межі площі опори та в будь-який момент може повернутися в стабільне положення; порушене, характерною особливістю якого є знаходження ЗЦМ тіла поза площі опори.

Сучасні дослідники схиляються до думки [7], що положення ЗЦМ впливає на ступінь стійкості тіла й умови його рівноваги. На сьогодні існує зацікавленість науковців щодо питань локалізації ЗЦМ дітей, із-поміж яких – розробка регресійних моделей для встановлення локалізації ЗЦМ школярів, вивчення даних стосовно ЗЦМ тіла різного контингенту дітей та намагання відстежити динаміку основних показників вертикальної стійкості їхнього тіла під впливом засобів фізичного виховання [3,7].

За допомогою аналізу емпіричних даних В. О. Кашубою [6] запропоновано рівняння множинної регресії для визначення локалізації ЗЦМ тіла в дітей 7–16 років окремо для кожного віку.

Засоби комп'ютерного моделювання дали змогу Н. Л. Носовій [8] розробити та довести статистичну значущість математичних моделей для встановлення положення ЗЦМ тіла дівчат 7–10, 11–12, 13–14 і 15–16 років, а також хлопчиків 7–9, 10–12, 13–14 і 15–16 років.

У результаті виконаного дослідження серед критеріїв ефективності впливів засобів фізичного виховання на функцію рівноваги дітей молодшого шкільного віку зі зниженим слухом А. І. Сторожик [10],

зокрема, указала на зменшення амплітуди коливань ЗЦМ тіла в основній стійці на нерухомій опорі з відкритими очима, зменшення амплітуди коливань ЗЦМ тіла при виконанні проби Ромберга.

У процесі огляду великого масиву інформації нами виявлено також наукові доробки фахівців про особливості ЗЦМ тіла в дітей 5–6 років та його просторове розміщення залежно від стану ОРА. Відповідно до даних літературних джерел [3], при різних порушеннях постави в старших дошкільнят спостерігаємо незначне зменшення висоти розташування ЗЦМ тіла в межах 0,58–0,56 м.

Вивчення взаємозв'язків відносного положення ЗЦМ тіла в дітей 5–6 років дало підставу О. М. Бондар [3] виділити фактори, які мають найбільш вагомий вплив на положення ЗЦМ у дошкільнят. Так, на думку науковця, серед головних чинників такі антропометричні показники, як довжина тіла стоячи, довжина сідячи, довжина нижніх кінцівок, ширина стопи, тазовий діаметр, обхват стегон, маса тіла, акроміальний, а також сагітальний діаметр грудної клітини.

Утім, як засвідчив аналіз літературних джерел, науковці недостатньо уваги приділяють питанням удосконалення методів визначення ЗЦМ тіла старших дошкільнят.

Ураховуючи той факт, що висота розміщення ЗЦМ тіла дошкільнят впливає на вертикальну стійкість, а отже, на формування їхньої постави, та враховуючи недостатній рівень досліджуваності окресленої теми, можна стверджувати, що потрібно продовжувати дослідження, пов'язані із вивченням особливостей локалізації ЗЦМ тіла дітей 5–6 років.

**Мета дослідження** – розробити математичні моделі локалізації ЗЦМ тіла дітей 5–6 років із використанням засобів комп'ютерного моделювання.

**Методи дослідження.** У ході дослідження виконано узагальнення даних наукових джерел, застосовано антропометричні методи дослідження, а також методи математичної статистики й комп'ютерного моделювання. Крім того, застосовано метод експертних оцінок і методи математично-статистичної обробки даних.

**Виклад основного матеріалу та обґрунтування отриманих результатів дослідження.** У процесі дослідження нами обстежено 46 дітей 5–6 років, які відвідують дошкільні дитячі заклади м. Києва.

Ураховуючи дані літератури щодо показників, які мають вплив на локалізації ЗЦМ тіла дітей, ми отримали такі показники, як довжина тіла (ДТ), (см), довжина тулуба (ДТл), (см), довжина плеча (ДП), (см), довжина передпліччя (ДППл), (см), довжина стегна (ДС), (см), довжина гомілки (ДГ), (см), довжина стопи (ДС), (см), а також ЦМ окремих ланок (табл. 1, табл. 2).

Таблиця 1

## Досліджувані показники дітей 5–6 років

тіло		тулуб		плече		передпліччя		стегно		гомілка		стопа	
$\bar{x}$	$s$	$\bar{x}$	$s$	$\bar{x}$	$s$	$\bar{x}$	$s$	$\bar{x}$	$s$	$\bar{x}$	$s$	$\bar{x}$	$s$
109,9	3,4	32,3	1,9	19,2	1,2	15,2	1,1	22,8	2,2	21,9	2,2	16,8	1,3

Таблиця 2

## Центр маси досліджуваних показники дітей 5–6 років

тулуб		плече		передпліччя		стегно		гомілка		стопа	
$\bar{x}$	$s$	$\bar{x}$	$s$	$\bar{x}$	$s$	$\bar{x}$	$s$	$\bar{x}$	$s$	$\bar{x}$	$s$
14,0	1,0	9,3	0,9	15,2	1,1	22,8	2,2	9,1	0,8	7,5	0,4

Крім того, із застосування графічного методу нами отримано ЗЦМ тіла учасників експерименту, який склав  $\bar{x} = 0,58$  см при  $s = 0,3$ .

Для побудови математичних моделей, які описують взаємозв'язок між ЗЦМ дітей п'яти років і показниками просторової організації їхнього тіла нами виконано регресійний аналіз, автоматизацію якого забезпечували засоби MS Excel. У ході дослідження ми отримали результати, представлені на рис. 1.

Показник	$a_j$	$s$	$t$	$p$	Нижні 95 %	Верхні 95 %	Нижні 95 %
У-перетин	0,428	0,140	3,045	0,0045	0,142	0,713	0,142
ДТ	0,002	0,001	1,751	0,0892	0,000	0,003	0,000
ДТл	-0,0003	0,001	-0,249	0,8049	-0,003	0,002	-0,003
ЦМ(Тл)	-0,003	0,003	-1,182	0,2457	-0,009	0,002	-0,009
ДП	0,009	0,002	3,532	0,0012	0,004	0,014	0,004
ЦМ(Пл)	0,004	0,003	1,239	0,2242	-0,003	0,011	-0,003
ДПлл	0,001	0,002	0,264	0,7931	-0,004	0,005	-0,004
ЦМ(ППл)	0,002	0,004	0,524	0,6035	-0,006	0,009	-0,006
ДБ	-0,001	0,001	-1,097	0,2804	-0,004	0,001	-0,004
ЦМ(Б)	-0,002	0,002	-0,670	0,5078	-0,007	0,003	-0,007
ДГ	0,002	0,001	2,323	0,0265	0,000	0,004	0,000
ЦМ(Г)	-0,009	0,003	-3,351	0,0020	-0,015	-0,004	-0,015
ДС	-0,001	0,002	-0,423	0,6752	-0,004	0,003	-0,004
ЦМ(С)	-0,013	0,006	-2,050	0,0484	-0,026	0,000	-0,026

Рис. 1. Результати процесу побудови регресійної моделі засобами MS Excel

Отже, наша регресійна модель має вигляд:

$$y = 0,428 + 0,002x_1 - 0,0003x_2 - 0,003x_3 + 0,009x_4 + 0,001x_5 + 0,002x_6 + \dots - 0,012x_{13},$$

де  $x_i$  – послідовно включені в модель показники просторової організації тіла обстежених дошкільнят.

Інтерпретація отриманих результатів дає підставу стверджувати, що множинний коефіцієнт кореляції  $R$  склав 0,912, а коефіцієнт детермінації – відповідно, 0,833. Отже, на 83,3 % отримана модель пояснюється показниками, які до неї ввійшли. При цьому усереднене значення відхилення спостережуваних значень від лінії регресії становить 0,014 см. Варто вказати, що показник мінімізації помилки методом найменших квадратів становить 0,03 для складової лінії регресії та 0,006 – для хаотичних змін. Зауважимо, що значення  $F$ -критерію Фішера 12,629 підтверджує статистичну значущість отриманої регресії при  $p < 0,05$ .

Утім, як бачимо з рисунка, не всі розглядувані показники є статистично значущими. Так, при  $p < 0,05$  статистично значущими є такі складові моделі, як довжина плеча, довжина гомілки, ЦМ гомілки й ЦМ стопи. Отже, отриману модель можна вдосконалити, уключивши до її складу саме вказані показники (рис. 2).

Показник	$a_j$	$s$	$t$	$p$	Нижні 95 %	Верхні 95 %
У-перетин	0,510	0,083	6,147	0,000	0,343	0,677
ДП	0,012	0,002	5,295	0,000	0,007	0,016
ДГ	0,003	0,001	2,768	0,008	0,001	0,005
ЦМ_Г	-0,010	0,003	-3,485	0,001	-0,016	-0,004
ЦМ_С	-0,016	0,007	-2,375	0,022	-0,030	-0,002

Рис. 4. Результати процесу вдосконалення регресійної моделі засобами MS Excel

Тоді вдосконалена регресійна модель має вигляд:

$$y = 0,51 + 0,012 \cdot ДП + 0,003 \cdot ДГ - 0,01 \cdot ЦМ(Г) - 0,016 \cdot ЦМ(С),$$

де всі складові моделі є статистично значущими при  $p < 0,05$ .

Як засвідчило дослідження, усього чотири показники просторової організації тіла дошкільнят 5–6 років на 71,4 % впливають на розташування ЗЦМ їхнього тіла.

**Висновки та перспективи подальших досліджень.** Аналіз даних літературних джерел свідчить про те, що дошкільний вік – це важливий етап становлення особистості дитини, формування рухових навичок, розвитку фізичних якостей, забезпечення умов нормального біологічного розвитку. Нефіксовані порушення опорно-рухового апарату традиційно займають одне з перших місць у структурі патології дітей дошкільного віку.

За результатами дослідження встановлено, що на розташування ЗЦМ тіла дошкільнят 5–6 років

впливають такі показники просторової організації їхнього тіла, як довжина плеча, довжина гомілки, ЦМ гомілки й ЦМ стопи.

Унаслідок дослідження побудовано статистично значущу при  $p < 0,05$  регресійну модель взаємозв'язку ЗЦМ та показників просторової організації тіла дітей 5–6 років, яка має вигляд  $y = 0,51 + 0,12 \cdot \text{ДП} + 0,003 \cdot \text{ДГ} - 0,01 \cdot \text{ЦМ(Г)} - 0,016 \cdot \text{ЦМ(С)}$ .

Отримані результати доцільно використовувати в ході планування заходів з фізичного виховання та реабілітації з метою управління ортоградною позою дітей 5–6 років.

Подальші дослідження сплановано спрямувати на розробку технології управління ортоградною позою старших дошкільнят у процесі їх фізичного виховання з урахуванням ЗЦМ їхнього тіла.

#### Джерела та література

1. Альошина А. І. Профілактика й корекція функціональних порушень опорно-рухового апарату дітей та молоді у процесі фізичного виховання : дис. ... д-ра наук з фіз. вих.: 24.00.02 / А. І. Альошина ; Східноєвропейський нац. ун-т ім. Лесі України. – Луцьк, 2015. – 595 с.
2. Бичук І. О. Вплив програми профілактики плоскостопості на біомеханічні характеристики стопи дошкільнят / І. О. Бичук, А. І. Альошина // [Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту](#). – 2011. – № 2. – С. 10–13.
3. Бондарь Е. М. Коррекция функциональных нарушений опорно-двигательного аппарата детей 5–6 лет с учетом пространственной организации их тела : автореф. дисс. ... канд. наук по физ. восп. : 24.00.02 / Е. М. Бондарь ; НУФВСУ. – Киев, 2009. – 224 с.
4. Гончарова Н. М. Автоматизовані системи контролю фізичного стану дітей молодшого шкільного віку в процесі фізичного виховання : автореф. дис. ... канд. наук з фіз. вих. і спорту : 24.00.02 / Н. М. Гончарова ; Національний ун-т фізичного виховання і спорту України. – Київ, 2009. – 20 с.
5. Лапутин А. Н. Формирование массы и динамика гравитационных взаимодействий тела человека / А. Н. Лапутин, В. А. Кашуба. – Киев : Знание, 1999. – 201 с.
6. Кашуба В. А. Биомеханика осанки / В. А. Кашуба. – Киев : Олимп. лит., 2003. – 260 с.
7. Кашуба В. А. Формирование моторики человека в процессе онтогенеза : монография / В. А. Кашуба, Е. М. Бондарь, Н. Н. Гончарова, Н. Л. Носова. – Луцк : Вежа-Друк, 2016. – 232 с.
8. Носова Н. Л. Контроль просторової організації тіла школярів у процесі фізичного виховання : автореф. дис. ... канд. наук з фіз. вих. і спорту : спец. 24.00.02 / Н. Л. Носова. – Київ : НУФВСУ, 2008. – 19 с.
9. Пангелова, Н. Є. Теоретико-методичні засади формування гармонійно розвиненої особистості дитини дошкільного віку в процесі фізичного виховання : дис. ... д-ра наук з фіз. виховання і спорту : 24.00.02 / Наталія Євгенівна Пангелова ; Переяслав-Хмельницький ДПУ ім. Г. Сковороди. – Переяслав-Хмельницький, 2013. – 444 с.
10. Сторожик А. И. Динамика показателей вертикальной устойчивости младших школьников со сниженным слухом под влиянием средств физического воспитания / А. И. Сторожик, А. Г. Гулиас, В. Н. Туманова // Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту. – 2013. – № 6. – С. 30–34.

#### Анотація

У статті вивчено й систематизовано досвід визначення локалізації загального центру маси тіла дітей. У результаті проведеного дослідження розроблено математичні моделі локалізації ЗЦМ тіла дітей 5–6 років із використанням засобів комп'ютерного моделювання. Запропоновано розроблену модель використовувати в ході планування заходів із фізичного виховання та реабілітації дітей 5–6 років із метою управління їхньою ортоградною позою.

**Ключові слова:** центр маси, поза, стійкість, дошкільнята, регресія, показники, модель.

**Наталья Носова, Татьяна Коломиец, Наталья Бышевец. Определение локализации ОЦМ как основа управления ортоградной позой детей 5–6 лет в процессе занятий физическими упражнениями.** В статье изучен и систематизирован опыт определения локализации общего центра массы тела детей. В результате проведенного исследования разработаны математические модели локализации ОЦМ тела детей 5–6 лет с использованием средств компьютерного моделирования, которые рекомендовано использовать в ходе планирования мероприятий по физическому воспитанию и реабилитации детей 5–6 лет с целью управления их ортоградной позой.

**Ключевые слова:** центра массы, поза, устойчивость, дошкольники, регрессия, показатели, модель.

**Nataliya Nosova, Tetiana Kolomyets, Nataliya Byshevets. Determination of the General Center of Mass Localization as a Basis for Orthograde Posture Controlling of Children Aged 5–6 Years in the Process of Physical Exercises Practicing.** In this article, the experience of determining the general center of mass (GCM) localization of the child's body was studied and systematized. As a result of the study the mathematical models for the GCM localization of the body for children aged 5–6 years with the use of computer modeling were constructed. They were recommended for

*use while planning physical education and rehabilitation activities for children aged 5–6 years with the aim of their orthograde posture controlling.*

**Key words:** *center of mass, posture, stability, preschool children, regression, indicators, model.*