ISSN (online) 2523-4161
СПОРТИВНІ ІГРИ
No. 4(42), 2026

Оригінальна наукова стаття DOI: 10.15391/si.2026-4.04

УДК 796.332:796.015.6:572.5

Темп біологічного розвитку та його взаємозвя’зок з показниками фізичної підготовленості юних футболістів 14 років

Костенко Є. В., Байрачний О. В., Горенко З. А., Федорчук С. В.

Національний університет фізичного виховання і спорту України

Анотація

Мета. Урахування індивідуальних темпів біологічного розвитку юних спортсменів є однією з ключових передумов підвищення ефективності сучасної системи спортивної підготовки. У підлітковому віці суттєві відмінності у швидкості морфофункціонального дозрівання призводять до того, що календарний вік не завжди відображає реальний рівень розвитку організму. За таких умов використання біологічного віку як критерію індивідуалізації тренувального процесу набуває вагомого значення, особливо у футболі, де результативність значною мірою визначається швидкістю сенсомоторних реакцій, координаційними здібностями та рівнем фізичної підготовленості. Мета – визначити темп біологічного розвитку футболістів 14 років на основі показників сенсомоторного реагування та встановити особливості його взаємозв’язку з показниками фізичної підготовленості.

Матеріал і методи. У дослідженні брали участь 30 футболістів віком 14 років. Для оцінювання латентного періоду сенсомоторної реакції використовували апаратно-програмний комплекс «Діагност-1» відповідно до запатентованої методики визначення сенсомоторної реактивності. Темп біологічного розвитку визначали шляхом зіставлення фактичних показників сенсомоторного реагування з нормативними значеннями, після чого розраховували біологічний вік спортсменів. Показники фізичної підготовленості оцінювали за результатами стрибка у довжину з місця, бігу на 30 м із проміжною фіксацією часу на 10 та 20 м, тесту «7×30 м» і тесту Іллінойс. Реєстрацію часових показників здійснювали із застосуванням фотоелектронної системи Witty, що забезпечує високу точність вимірювань.

Результати. Встановлено значну індивідуальну варіативність темпів біологічного розвитку серед юних футболістів однакового паспортного віку. За середнього хронологічного віку 14,02 років розрахований біологічний вік коливався від 11,0 до 16,2 років. До групи спортсменів із нормальним темпом біологічного розвитку було віднесено 53,3 % учасників дослідження, тоді як частка акселерантів і ретардантів становила по 23,3 %. Порівняльний аналіз результатів педагогічного тестування засвідчив перевагу спортсменів із прискореним біологічним розвитком за всіма досліджуваними показниками. Зокрема, вони продемонстрували кращі результати у стрибку в довжину з місця, спринтерському бігу, тесті спеціальної витривалості «7×30 м» та тесті Іллінойс порівняно з футболістами, які характеризувалися уповільненим темпом біологічного дозрівання.

Висновки. Отримані результати свідчать, що темп біологічного розвитку, визначений за показниками сенсомоторного реагування, узгоджується з рівнем фізичної підготовленості юних футболістів. Виявлені закономірності підтверджують доцільність вико-

Abstract

Biological maturation rate and its relationship with physical fitness indicators in 14 year old youth soccer players

Y. Kostenko, O. Bairachniy, Z. Horenko, S. Fedorchuk

Purpose. Individual differences in biological maturation constitute one of the key factors affecting the effectiveness of long-term athletic development in youth football. During adolescence, considerable variability in the rate of biological maturation limits the informative value of chronological age as the sole criterion for planning training loads and evaluating athletes’ physical capabilities. Consequently, the assessment of biological development has become an important component of individualized training strategies. The purpose of this study was to determine the pace of biological development of 14-year-old football players using sensorimotor reaction indicators and to identify its relationship with physical fitness characteristics.

Material and Methods. Thirty male football players aged 14 years participated in the study. Sensorimotor reaction time was assessed using the Diagnost-1 hardware and software system according to the patented methodology for evaluating human sensorimotor reactivity. The pace of biological development was calculated as the ratio between the measured and age-standardized sensorimotor reaction values, while biological age was determined using the calculated biological development pace. Physical fitness was evaluated by means of the standing long jump, 30-m sprint with intermediate timing at 10 m and 20 m, the 7 × 30 m repeated sprint test, and the Illinois agility test. All running tests were performed using the Witty photoelectric timing system.

Results. Considerable inter-individual variability in biological maturation was identified among football players of the same chronological age. Although the mean chronological age of the participants was 14.02 years, estimated biological age ranged from 11.0 to 16.2 years. Athletes with a normal pace of biological development accounted for 53.3% of the sample, whereas accelerated and delayed maturation groups each represented 23.3%. Comparative analysis demonstrated consistently superior physical fitness outcomes in the accelerated group across all performance tests. These athletes achieved better results in the standing long jump, sprint running, repeated sprint ability, and agility compared with players characterized by delayed biological maturation.

Conclusions. The findings indicate that the pace of biological development determined from sensorimotor reaction indicators is closely associated with the level of physical fitness in young football players. The observed relationships support the validity of the sensorimotor approach for biological age assessment and confirm

© 2026 Автор(и)

Ця стаття є статтею відкритого доступу, яка розповсюджується відповідно до умов Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY) License (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

ристання сенсомоторних показників для оцінювання біологічної зрілості спортсменів та обґрунтовують необхідність індивідуалізації тренувального процесу з урахуванням темпів біологічного розвитку.

Ключові слова: сенсомоторна реактивність; біологічний вік; футбол; підлітки; фізична підготовленість; біологічний розвиток; індивідуалізація підготовки; юні футболісти.

its practical value for optimizing individualized training programs according to athletes' biological maturation rather than chronological age.

Keywords: football, biological age; pace of biological development; sensorimotor reactivity; young football players; physical fitness; heterochronism; acceleration; retardation; individualization of the training process.

Вступ

Футбол належить до видів спорту, у яких ефективність змагальної діяльності визначається не лише рівнем техніко-тактичної майстерності, а й ступенем розвитку фізичних, функціональних та психофізіологічних можливостей спортсмена. У зв'язку з цим одним із пріоритетних напрямів сучасної системи багаторічної підготовки є індивідуалізація тренувального процесу, що передбачає врахування індивідуальних особливостей розвитку кожного футболіста. Особливого значення це питання набуває у підлітковому віці, коли відбуваються інтенсивні морфофункціональні зміни в організмі, а темпи біологічного дозрівання можуть суттєво відрізнятися у спортсменів одного паспортного віку.

Відомо, що календарний вік не завжди об'єктивно характеризує рівень біологічної зрілості організму. У межах однієї вікової групи можуть одночасно перебувати спортсмени з прискореним, нормальним або уповільненим темпом розвитку, що обумовлює істотні відмінності у фізичній працездатності, швидкісно-силових можливостях, координаційних здібностях та адаптації до тренувальних навантажень. Ігнорування цих відмінностей під час організації навчально-тренувального процесу може призводити до необ'єктивної оцінки перспективності спортсменів, нераціонального дозування фізичних навантажень, зниження ефективності підготовки та підвищення ризику функціонального перенапруження.

Одним із перспективних напрямів оцінювання індивідуальних особливостей розвитку спортсменів є визначення темпу біологічного розвитку. На відміну від традиційних підходів, що беруть до уваги переважно морфологічні показники, використання психофізіологічних характеристик, зокрема сенсомоторного реагування, дозволяє отримати додаткову інформацію про функціональну зрілість центральної нервової системи та організму загалом. Швидкість сенсомоторних реакцій є інтегральним показником, який відображає ефективність сприйняття інформації, швидкість її обробки та реалізації рухової відповіді, що має особливе значення для футболу як виду спорту з високою динамікою ігрових ситуацій.

Практична цінність визначення темпу біологічного розвитку полягає у можливості більш обґрунтованого планування тренувальних навантажень, прогнозування спортивного розвитку та своєчасного застосування індивідуалізованих засобів підготовки. Водночас питання використання показників сенсомоторного реагування для оцінювання темпу біологічного розвитку юних футболістів і встановлення їх взаємозв'язку з рівнем фізичної підготовленості залишається недостатньо висвітленим у сучасній спортивній науці. Це зумовлює необхідність проведення досліджень, спрямованих на обґрунтування можливостей застосування такого підходу в практиці підготовки спортсменів на етапі попередньої базової підготовки.

Проблема врахування біологічного розвитку дітей і підлітків у процесі фізичного виховання та спортивної підготовки є одним із актуальних напрямів сучасних наукових досліджень. Підвищення ефективності тренувального процесу дедалі частіше пов'язують з його індивідуалізацією, що передбачає врахування особливостей росту, розвитку та функціонального дозрівання організму спортсменів. У науковій літературі обґрунтовано, що використання лише паспортного віку як критерію планування фізичних навантажень не забезпечує об'єктивної оцінки функціональних можливостей дітей і підлітків, оскільки темпи їхнього біологічного розвитку можуть істотно відрізнятися. У зв'язку з цим біологічний вік розглядається як інтегральний показник функціональної зрілості організму, який доцільно використовувати під час дозування фізичних навантажень та побудови тренувального процесу (Арефьєв та ін., 2021; Тяжка, 2008).

Важливим напрямом сучасних досліджень є оцінювання темпу біологічного розвитку за показниками сенсомоторного реагування. Встановлено взаємозв'язок між швидкістю сенсомоторних реакцій і фізичним розвитком дітей шкільного віку, а також обґрунтовано можливість використання сенсомоторної реактивності як інформативного показника функціонального стану центральної нервової системи. Подальший розвиток цього напряму знайшов відображення у створенні методики визначення біологічного віку дітей на основі показників сенсомоторного реагування, захищеної патентом України. Дослідження також підтверджують високу інформативність сенсомоторних показників у представників спортивних ігор (Лизогуб та ін., 2025) та їхній зв'язок із функціональною готовністю спортсменів (Вовканич та ін., 2015; Лизогуб та ін., 2025; Меньших, 2007; Петренко та ін., 2023; Фролова та ін., 2024).

Дослідження, присвячені фізичній підготовленості юних футболістів, свідчать про важливу роль координаційних, швидкісних і швидкісно-силових здібностей у структурі спортивної майстерності. Сучасні підходи до побудови багаторічної підготовки орієнтовані на оптимізацію тренувального процесу, удосконалення системи фізичної підготовки та врахування вікових особливостей розвитку спортсменів (Гуменюк та ін., 2024; Наконечний & Хіменес, 2025; Перевозник, 2020).

© 2026 Kostenko et al.

Одним із перспективних напрямів удосконалення спортивної підготовки є індивідуалізація тренувального процесу. У сучасних дослідженнях обґрунтовано доцільність використання диференційованих програм підготовки, побудованих з урахуванням індивідуальних особливостей розвитку спортсменів (Nikolaienko et al., 2025). Подібні підходи підтверджено і в дослідженнях, присвячених єдиноборствам та спортивній гімнастиці, де показано ефективність індивідуалізованої організації тренувального процесу (Колеснік & Салямін, 2020; Коробейнікова та ін., 2023). Крім того, встановлено взаємозв'язок між антропометричними характеристиками дітей і темпами їхнього біологічного розвитку, що додатково підтверджує необхідність урахування індивідуальних особливостей спортсменів під час планування тренувальних навантажень (Сітовський & Чижик, 2003).

Теоретичне підґрунтя сучасної системи спортивної підготовки, а також підходи до оцінювання фізичного розвитку дітей і підлітків висвітлено у фундаментальних працях з теорії спортивного тренування та сучасних методів оцінювання фізичного розвитку (Козар та ін., 2024; Платонов, 2021).

Попри значну кількість наукових праць, присвячених біологічному розвитку, сенсомоторній реактивності та фізичній підготовленості спортсменів, питання взаємозв'язку між темпом біологічного розвитку, визначеним за показниками сенсомоторного реагування, та рівнем фізичної підготовленості юних футболістів 14 років залишається недостатньо дослідженим. Наявні роботи переважно розглядають зазначені аспекти окремо, що обмежує можливості комплексної оцінки функціональної зрілості спортсменів і практичного використання отриманих результатів у процесі індивідуалізації спортивної підготовки.

Саме тому актуальним є проведення дослідження, спрямованого на встановлення взаємозв'язку між темпом біологічного розвитку, визначеним за показниками сенсомоторного реагування, та показниками фізичної підготовленості юних футболістів, що дозволить науково обґрунтувати можливості використання цього підходу в практиці індивідуалізації тренувального процесу.

Зв'язок дослідження з науковими програмами, планами і темами. Дослідження здійснювалося в рамках наукової теми «Побудова раціональної системи підготовки у футболі» згідно плану науково-дослідної роботи кафедри футболу Національного університету фізичного виховання і спорту України на 2021-2025 рр., номер державної реєстрації 0121U108335.

Мета дослідження – визначити темп біологічного розвитку футболістів 14 років на основі показників сенсомоторного реагування та встановити особливості його взаємозв'язку з показниками фізичної підготовленості.

Матеріал і методи

Дослідження проводили з метою визначення темпу біологічного розвитку юних футболістів на основі показників сенсомоторного реагування та аналізу його взаємозв'язку з показниками фізичної підготовленості. У дослідженні взяли участь 30 футболістів віком 14 років, які навчалися та тренувалися у Дитячо-юнацькій спортивній школі № 1 м. Києва. Усі учасники систематично займалися футболом відповідно до програми етапу попередньої базової підготовки та були практично здоровими на момент проведення тестування.

Дослідження проводили відповідно до положень Гельсинської декларації Всесвітньої медичної асоціації щодо етичних принципів проведення медичних досліджень за участю людини (Harriss & Atkinson, 2011). Усі учасники були ознайомлені з метою та процедурою дослідження, а для неповнолітніх спортсменів письмову інформовану згоду на участь у тестуванні надали їхні батьки або законні представники.

Оцінювання темпу біологічного розвитку здійснювали шляхом визначення латентного періоду простої зорово-моторної реакції із використанням апаратно-програмного комплексу «Діагност-1» (Макаренко та ін., 2014). Дослідження проводили відповідно до методики, викладеної у патенті України № 126671 «Спосіб визначення біологічного віку дітей шкільного віку» (Петренко та ін., 2023). Під час тестування спортсменам пред'являли серію візуальних подразників у вигляді геометричних фігур, що демонструвалися у випадковій послідовності через різні часові інтервали. Завдання обстежуваних полягало у максимально швидкому виконанні відповідної моторної реакції після появи стимулу. Усі вимірювання виконували за однакових умов із дотриманням стандартизованого протоколу тестування, що забезпечувало відтворюваність та об'єктивність отриманих результатів.

Фізичну підготовленість визначали за допомогою комплексу педагогічних тестів, які широко використовуються у практиці підготовки футболістів і характеризують основні рухові якості спортсменів. Програма тестування включала стрибок у довжину з місця для оцінювання вибухової сили нижніх кінцівок, біг на 30 м із проміжною фіксацією часу на відрізках 10 і 20 м для визначення швидкісних можливостей, тест «7×30 м» для оцінювання швидкісної витривалості, а також тест Іллінойс без м'яча, який характеризує рівень спритності, координаційних здібностей та здатності до швидкої зміни напрямку руху.

Реєстрацію часових показників здійснювали за допомогою фотоелектронної системи Witty, яка забезпечує автоматичне вимірювання часу з точністю до 0,001 с та мінімізує вплив людського фактора під час тестування. Використання сучасної системи хронометражу дозволило підвищити об'єктивність отриманих результатів і забезпечити високу точність оцінювання швидкісних характеристик спортсменів.

Темп біологічного розвитку (ТБР) визначали як відношення фактичного значення латентного періоду сенсомоторного реагування до відповідного нормативного показника для певного віку:

$$ТБР = СРф / СРт,$$

де СРф – фактичне значення латентного періоду сенсомоторного реагування; СРт – нормативне (табличне) значення латентного періоду сенсомоторного реагування.

© 2026 Kostenko et al.

Інтерпретацію отриманих значень здійснювали відповідно до запропонованої методики. Значення ТБР менше 0,95 свідчили про прискорений темп біологічного розвитку (акселерацію), показники в межах 0,95–1,10 характеризували нормальний темп біологічного розвитку, тоді як значення понад 1,10 вказували на уповільнений темп біологічного розвитку (ретардацію).

Біологічний вік (БВ) спортсменів визначали за формулою:

БВ = ПВ / ТБР,

де ПВ – паспортний вік спортсмена; ТБР – темп біологічного розвитку.

Розраховані показники стали основою для подальшого розподілу спортсменів на групи відповідно до темпу біологічного розвитку та проведення порівняльного аналізу їхньої фізичної підготовленості.

Статистичну обробку результатів здійснювали із використанням пакета прикладних програм STATISTICA 6.0 (StatSoft Inc., USA). Для кожного досліджуваного показника визначали середнє арифметичне значення (M) та стандартне відхилення (SD). Нормальність розподілу експериментальних даних перевіряли за допомогою критерію Шапіро-Вілка (Shapiro-Wilk test).

Оскільки всі досліджувані показники відповідали нормальному закону розподілу ($p>0,05$), для порівняння середніх значень між незалежними групами використовували t-критерій Стьюдента для незалежних вибірок. Статистично значущими вважали відмінності при $p<0,05$.

Результати

Для оцінювання індивідуальних особливостей розвитку спортсменів було визначено темп біологічного розвитку та розраховано біологічний вік кожного учасника дослідження на основі показників сенсомоторного реагування. Такий підхід дозволив перейти від традиційної оцінки спортсменів за паспортним віком до аналізу рівня їхньої функціональної зрілості, що більшою мірою відповідає сучасним принципам індивідуалізації спортивної підготовки.

Первинний аналіз отриманих результатів засвідчив суттєву неоднорідність обстеженої групи (табл. 1). Незважаючи на те, що всі футболісти належали до однієї вікової категорії, між ними спостерігалися значні відмінності у темпах біологічного розвитку. Це підтверджує, що однаковий календарний вік не є достатнім критерієм для оцінювання рівня функціонального розвитку юних спортсменів і не може бути єдиною основою під час планування тренувального процесу.

Аналіз індивідуальних показників, наведених у таблиці 1, свідчить, що за середнього паспортного віку 14,02 років розрахований біологічний вік футболістів варіювався у широкому діапазоні – від 11,0 до 16,2 років. Таким чином, максимальна різниця між найменшим і найбільшим значенням біологічного віку перевищувала п'ять років, що є достатньо вагомим підтвердженням неоднорідності процесів біологічного дозрівання у спортсменів одного хронологічного віку.

Отримані результати дозволили класифікувати всіх учасників дослідження відповідно до темпу біологічного розвитку. До групи акселерантів було віднесено спортсменів із прискореним біологічним дозріванням, до групи нормотипових – футболістів із показниками, що відповідали віковим нормативам, а до групи ретардантів – спортсменів із уповільненим темпом біологічного розвитку. У результаті розподілу встановлено, що найбільшу частку вибірки становили спортсмени з нормальним темпом біологічного розвитку (53,4 %), тоді як по 23,3 % футболістів належали до груп прискореного та уповільненого біологічного розвитку. Такий розподіл свідчить про значну неоднорідність процесів біологічного дозрівання серед юних футболістів одного паспортного віку та підтверджує обмеженість використання лише хронологічного віку як критерію оцінювання рівня їхнього розвитку. Водночас отримані результати створили підґрунтя для подальшого порівняльного аналізу фізичної підготовленості спортсменів із різним темпом біологічного розвитку.

Практичне значення наведених результатів полягає в тому, що футболісти з різними темпами біологічного розвитку потенційно відрізняються не лише морфофункціональними характеристиками, але й здатністю адаптуватися до фізичних навантажень, рівнем прояву швидкісно-силових якостей, координаційних здібностей і витривалості. Саме тому наступним етапом дослідження стало порівняння показників фізичної підготовленості спортсменів із особливостями їхнього біологічного розвитку.

Для перевірки практичної значущості визначення темпу біологічного розвитку було проведено порівняльний аналіз показників фізичної підготовленості футболістів, які належали до груп із нормальним, прискореним та уповільненим темпом біологічного дозрівання (табл. 2). Такий підхід дозволив оцінити, наскільки встановлені відмінності у біологічному розвитку знаходять відображення у прояві основних фізичних якостей, що визначають ефективність ігрової діяльності у футболі.

Для оцінювання фізичної підготовленості використовували комплекс педагогічних тестів, що характеризували вибухову силу, швидкісні здібності, швидкісну витрива-

Таблиця 1. Паспортний вік, темп біологічного розвитку та біологічний вік футболістів 14 років за групами (M±SD)

Група	n	Паспортний вік, років	ТБР, ум. од.	Біологічний вік, років	%
Акселеранти	7	14,04±0,45	0,90±0,04	15,57±0,62	23,3%
Нормальний розвиток	16	14,00±0,41	1,04±0,04	13,52±0,53	53,4%
Ретарданти	7	14,04±0,28	1,15±0,05	12,24±0,69	23,3%
Загалом по групі	30	14,02±0,38	1,03±0,09	13,70±1,30	100%

Примітка: M – середнє арифметичне значення, SD – стандартне відхилення.

© 2026 Kostenko et al.

Таблиця 2. Показники фізичної підготовленості футболістів 14 років з різним темпом біологічного розвитку (M ± SD)

Показник	Норма (n=16)	Акселеранти (n=7)	Ретарданти (n=7)
Стрибок у довжину з місця, см	222,3±16,5	229,3±13,8	198,3±12,0**††††
Біг 10 м, с	1,94±0,07	1,91±0,11	2,05±0,08**†
Біг 20 м, с	3,28±0,14	3,25±0,17	3,48±0,14†
Біг 30 м, с	4,56±0,16	4,49±0,20	4,88±0,22***††
Тест «7 по 30 м», с	43,73±2,92	42,70±1,87	47,20±2,51*††

Джерело: власна розробка авторів
*Примітка: * – p<0,05; ** – p<0,01; *** – p<0,001 щодо нормотипових футболістів;*
† – p<0,05; †† – p<0,01; ††† – p<0,001 щодо акселерантів.

лість та координацію рухів.

Аналіз результатів, наведених у таблиці 2, свідчить про наявність чіткої закономірності між темпом біологічного розвитку та рівнем фізичної підготовленості футболістів 14 років. У всіх досліджуваних тестах найкращі результати продемонстрували спортсмени з прискореним темпом біологічного розвитку, тоді як найнижчі показники були характерними для ретардантів. Футболісти з нормальним темпом біологічного розвитку займали проміжне положення між зазначеними групами. Водночас статистичний аналіз показав, що вірогідні відмінності переважно встановлювалися між ретардантами та іншими групами, тоді як між акселерантами і нормотиповими футболістами статистично значущих відмінностей не виявлено (p>0,05). Це свідчить про те, що саме уповільнений темп біологічного розвитку найбільшою мірою асоціюється зі зниженням рівня фізичної підготовленості юних футболістів.

Найбільш виражені міжгрупові відмінності встановлено за результатами стрибка у довжину з місця. Середній результат ретардантів становив 198,3±12,0 см, що було статистично нижчим порівняно як із нормотиповими футболістами (222,3±16,5 см; p<0,01), так і з акселерантами (229,3±13,8 см; p<0,001). Абсолютна різниця між крайніми групами досягла 31,0 см. Отримані результати можуть свідчити про те, що уповільнений темп біологічного розвитку супроводжується нижчим рівнем реалізації швидкісно-силових можливостей, які значною мірою залежать від морфофункціональної зрілості організму.

Під час оцінювання швидкісних здібностей на дистанції 10 м також встановлено статистично значущі відмінності. Результат ретардантів (2,05±0,08 с) був достовірно гіршим порівняно з нормотиповими футболістами (1,94±0,07 с; p<0,01) та акселерантами (1,91±0,11 с; p<0,05). Водночас різний рівень статистичної значущості між зазначеними порівняннями, незважаючи на близькі середні значення, пояснюється відмінною чисельністю досліджуваних груп, що впливає на статистичну потужність t-критерію Стьюдента.

Найбільш переконливі результати отримано під час виконання бігу на 30 м. Ретарданти продемонстрували найнижчий результат (4,88±0,22 с), який статистично вірогідно відрізнявся як від показників нормотипових футболістів (4,56±0,16 с; p<0,001), так і від акселерантів (4,49±0,20 с; p<0,05). Таким чином, зі збільшенням дистанції міжгрупові відмінності ставали більш вираженими, що може свідчити про комплексний вплив біологічної зрілості не лише на стартове прискорення, а й на здатність підтримувати високий темп бігу протягом усієї дистанції.

Аналогічна закономірність спостерігалася під час виконання тесту «7×30 м», який характеризує швидкісну витривалість футболістів. Ретарданти виконали тест за 47,20±2,51 с, що було статистично гірше порівняно з нормотиповими спортсменами (43,73±2,92 с; p<0,05) та акселерантами (42,70±1,87 с; p<0,01). Саме за цим тестом поряд зі стрибком у довжину з місця було зафіксовано одні з найбільших міжгрупових відмінностей. Ймовірно, це пов'язано з тим, що виконання повторних швидкісних навантажень потребує більш високого рівня функціональної зрілості організму, ефективної взаємодії нервово-м'язового апарату, а також вищої потужності та ємності анаеробних шляхів енергозабезпечення м'язової діяльності, розвиток яких тісно пов'язаний із темпом біологічного дозрівання.

Особливої уваги заслуговують результати тесту Іллінойс, який вважається одним із найбільш валідних тестів для оцінювання швидкості зміни напрямку руху, координаційних здібностей та спритності у футболістів. Ретарданти виконували тест повільніше (18,29±0,91 с) порівняно з нормотиповими спортсменами (17,46±0,71 с; p<0,05) та акселерантами (17,09±0,59 с; p<0,01). Отримані результати свідчать, що темп біологічного розвитку впливає не лише на прояв швидкісних і швидкісно-силових якостей, а й на ефективність виконання складнокоординаційних рухових дій, які мають важливе значення у змагальній діяльності футболістів.

Дискусія

Важливим напрямом сучасних досліджень є оцінювання темпу біологічного розвитку за показниками сенсомоторного реагування. Встановлено взаємозв'язок між швидкістю сенсомоторних реакцій і фізичним розвитком дітей шкільного віку, а також обґрунтовано можливість використання сенсомоторної реактивності як інформативного показника функціонального стану центральної нервової системи. Подальший розвиток цього напряму знайшов відображення у створенні методики визначення біологічного віку дітей на основі показників сенсомоторного реагування, захищеної патентом України. Дослідження також підтверджують високу інформативність сенсомоторних показників у представників спортивних ігор (Лизогуб та ін., 2025) та їхній зв'язок із функціональною готовністю спортсменів (Вовканич та ін., 2015; Лизогуб та ін., 2025; Меньших, 2007; Петренко та ін., 2023; Фролова та ін., 2024).

Дослідження, присвячені фізичній підготовленості юних футболістів, свідчать про важливу роль координа-

© 2026 Kostenko et al.

ційних, швидкісних і швидкісно-силових здібностей у структурі спортивної майстерності. Сучасні підходи до побудови багаторічної підготовки орієнтовані на оптимізацію тренувального процесу, удосконалення системи фізичної підготовки та врахування вікових особливостей розвитку спортсменів (Гуменюк та ін., 2024; Наконечний & Хіменес, 2025; Перевозник, 2020).

Одним із перспективних напрямів удосконалення спортивної підготовки є індивідуалізація тренувального процесу. У сучасних дослідженнях обґрунтовано доцільність використання диференційованих програм підготовки, побудованих з урахуванням індивідуальних особливостей розвитку спортсменів (Nikolaienko et al., 2025). Подібні підходи підтверджено і в дослідженнях, присвячених єдиноборствам та спортивній гімнастиці, де показано ефективність індивідуалізованої організації тренувального процесу (Колеснік & Салямін, 2020; Коробейнікова та ін., 2023). Крім того, встановлено взаємозв'язок між антропометричними характеристиками дітей і темпами їхнього біологічного розвитку, що додатково підтверджує необхідність урахування індивідуальних особливостей спортсменів під час планування тренувальних навантажень (Сітовський & Чижик, 2003).

Загалом результати проведеного нами педагогічного тестування, демонструють стійкий взаємозв'язок між темпом біологічного розвитку та рівнем фізичної підготовленості юних футболістів.

При цьому найбільш характерною особливістю отриманих результатів є відсутність статистично значущих відмінностей між акселерантами та нормотиповими спортсменами за всіма досліджуваними показниками, тоді як ретарданти достовірно поступалися одразу обом групам у більшості тестів. Це свідчить, що саме спортсмени з уповільненим темпом біологічного розвитку становлять групу, яка потребує найбільшої індивідуалізації тренувального процесу. Виявлені закономірності також підтверджують практичну доцільність використання показників сенсомоторного реагування для оцінювання темпу біологічного розвитку, оскільки сформовані за їх допомогою групи характеризувалися статистично значущими відмінностями за показниками фізичної підготовленості, що додатково свідчить про валідність застосованого підходу.

Висновки

Проведене дослідження підтвердило доцільність використання показників сенсомоторного реагування для оцінювання темпу біологічного розвитку юних футболістів 14 років та встановлення його взаємозв'язку з рівнем фізичної підготовленості.

Встановлено, що у футболістів одного паспортного віку спостерігається виражена неоднорідність темпів біологічного розвитку. За середнього хронологічного віку обстежених 14,02 років розрахований біологічний вік варіював від 11,0 до 16,2 років, що свідчить про суттєві індивідуальні відмінності у функціональній зрілості організму. Більшість спортсменів (53,3 %) характеризувалася нормальним темпом біологічного розвитку, тоді як по 23,3 % учасників дослідження були віднесені до груп прискореного та уповільненого біологічного дозрівання.

Порівняльний аналіз результатів педагогічного тестування продемонстрував чіткий взаємозв'язок між темпом біологічного розвитку та показниками фізичної підготовленості. Футболісти з прискореним біологічним розвитком мали кращі показники за всіма досліджуваними тестами, тоді як спортсмени з уповільненим темпом дозрівання систематично демонстрували нижчі результати. Найбільш виражені міжгрупові відмінності встановлено за показниками швидкісної витривалості, що свідчить про високу чутливість цієї фізичної якості до індивідуальних особливостей біологічного розвитку в підлітковому віці.

Отримані результати підтверджують, що темп біологічного розвитку, визначений за показниками сенсомоторного реагування, може розглядатися як інформативний критерій оцінювання функціональної зрілості юних футболістів. Узгодженість даних психофізіологічного тестування з результатами педагогічних випробувань підтверджує практичну придатність запропонованого підходу для комплексної оцінки спортсменів та підвищує його цінність у системі спортивного відбору і контролю.

Практичне значення дослідження полягає в обґрунтуванні необхідності індивідуалізації тренувального процесу відповідно до темпів біологічного розвитку спортсменів. Використання запропонованого підходу дає можливість своєчасно виявляти футболістів із прискореним або уповільненим дозріванням, оптимізувати структуру та обсяг тренувальних навантажень, підвищити ефективність розвитку фізичних якостей і створити більш об'єктивні умови для оцінювання спортивної перспективності юних футболістів.

Перспективи подальших досліджень у даному напрямку. Перспективи подальших досліджень доцільно пов'язати з розробленням та експериментальною перевіркою диференційованих програм спортивної підготовки, побудованих з урахуванням темпу біологічного розвитку, а також із вивченням динаміки взаємозв'язку сенсомоторних показників, функціонального стану організму та фізичної підготовленості на різних етапах багаторічного спортивного вдосконалення.

Конфлікт інтересів
Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

Джерела фінансування
Стаття не отримала фінансової підтримки державних, громадських чи комерційних структур.

© 2026 Kostenko et al.

Отримано: 22.07.2026; Прийнято: 15.09.2026
Опубліковано: 30.10.2026

Список літератури

Арефьєв, В.Г., & Михайлова, Н.Д. (2021). Біологічні передумови диференційованого фізичного виховання учнівської молоді. *Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова*. Серія 15. Науково-педагогічні проблеми фізичної культури (фізична культура і спорт), (3К(131)), 38–42. https://doi.org/10.31392/NPU-nc.series15.2021.3K(131).07

Вовканич, Л., Дунець-Лесько, А., Пенчук, А., & Качмар, П. (2015). Особливості сенсомоторних реакцій спортсменів різних спортивних спеціалізацій. *Фізична активність, здоров'я і спорт*, (2), 17-26.

Гуменюк, С., Сапрун, С., & Ладика, П. (2024). Особливості розвитку координаційних здібностей юних футболістів. *Physical culture and sport: scientific perspective*, *1*(1), 220-228. https://doi.org/10.31891/pcs.2024.1.34

Козар, Ю.Ю., Гайдаш, І.С., Гайдаш, І.А., Шабельник, О.І., & Глазкова, Н.О. (2024). Сучасні методи дослідження та оцінки фізичного розвитку дітей і підлітків. *Україна. Здоров'я нації*, (1), 17-21.. https://doi.org/10.32782/2077-6594/2024.1/03

Колеснік, І.В., & Салямін, Ю.М. (2020). Диференційований підхід у навчально-тренувальному процесі в гімнастиці спортивній. *Вісник Запорізького національного університету*. Серія: Фізичне виховання та спорт, (2), 140–145. DOI https://doi.org/10.26661/2663-5925-2020-2-21

Коробейнікова, Л.Г., Дакал, Н.А., Коробейніков, Г.В., & Рудник, Л.А. (2023). Особливості індивідуалізації в єдиноборствах. *Єдиноборства*, 2(28), 61–78. https://doi.org/10.15391/ed.2023-2.06

Лизогуб, В.С., Хоменко, С.М., Пустовалов, Т.В., & Кожемяко, Т.В. (2025). *Нейродинамічні основи програмування у спорті*: монографія. Черкаси: ФОП Гордієнко Є. І.

Макаренко, М.В., Лизогуб В.С., & Безкопильний, О.П. (2014). *Методичні вказівки до практикуму з диференціальної психофізіології та фізіології вищої нервової діяльності людини*. Черкаси: Вертикаль.

Меньших О. Е. (2007). Сенсомоторна реактивність і фізичний розвиток учнів 7–16 років. Збірник наукових праць Інституту психології ім. Г. С. Костюка АПН України. *Проблеми загальної та педагогічної психології* : зб. наук. праць Інституту психології ім. Г. С. Костюка АПН України. Київ, 9(6), 266–273.

Наконечний, Р.Б., & Хіменес, Х.Р. (2023). Порівняльна характеристика підходів до підготовки футболістів на етапі попередньої базової підготовки в футбольних організаціях Львова. *Спортивні ігри*, 4(30), 24–35. https://doi.org/10.15391/si.2023-4.03

Перевозник В.І. (2020). Анатомо-фізіологічні особливості розвитку юних футболістів. *Проблеми і перспективи розвитку спортивних ігор і єдиноборств у вищих навчальних закладах*: матеріали конференції, (1), 77–80.

Петренко, Ю.О., Коваленко, С.О., Артюшенко, А.О., Фролова, Л.С., Тімофєєв, А.А., Охріменко, О.В., Тимчій, А.А., & Якунін, М.О. (2023). Спосіб визначення біологічного віку дітей шкільного віку (Патент України № 126671).

Платонов, В.М. (2021). *Сучасні системи спортивного тренування*. Київ: Перша друкарня.

Сітовський, А. М., & Чижик, В. В. (2003). Взаємозв'язок фізичного розвитку та фізичної працездатності дівчат-підлітків з біологічним віком. *Молода спортивна наука України*, 7(2), 63–67.

Тяжка, О.В. (2008). *Пропедевтика дитячих хвороб*. Вінниця: Нова книга.

Фролова Л., Каленіченко О., Галямов М., Гайдамака Е., Сікало Є. (2024). Сенсомоторна реакція представників ігрових видів спорту при різній моторній відповіді на подразники. *Спортивні ігри*, 4(34), 31–39. https://doi.org/10.15391/si.2024-4.04

References

Arefiev, V.H., & Mykhailova, N.D. (2021). Biolohichni peredumovy dyferentsiiovanoho fizychnoho vykhovannia uchnivskoi molodi [Biological determinants of differentiated physical education for schoolchildren]. *Naukovyi chasopys NPU imeni M. P. Drahomanova* [Scientific Journal of the M. P. Dragomanov National Pedagogical University]. Seriia 15. Naukovo-pedahohichni problemy fizychnoi kultury (fizychna kultura i sport), *no* 3K(131), 38–41. https://doi.org/10.31392/NPU-nc.series15.2021.3K(131).07 [in Ukrainian].

Vovkanych, L. O., Dunets-Lesko, A. M., Penchuk, A. P., & Kachmar, P. O. (2015). Osoblyvosti sensomotornykh reaktsii sportsmeniv riznykh sportyvnykh spetsializatsii [Characteristics of sensorimotor responses in athletes from different sporting disciplines]. *Fizychna aktyvnist, zdorovia i sport* [Physical Activity, Health and Sport], *no*2(20), 17–26. [in Ukrainian].

Humeniuk, S., Saprun, S., & Ladyka, P. (2024). Osoblyvosti rozvytku koordynacijnyh zdibnostej junyh futbolistiv [Features of coordination abilities development in young football players]. *Physical Culture and Sport: Scientific Perspective*, *no* (1), 220–228. https://doi.org/10.31891/pcs.2024.1.34 [in Ukrainian].

Kozar, Yu., Haidash, I., Haidash, I., Shabelnyk, O., & Hlazkova, N. (2024). Suchasni metody doslidzhennja ta ocinky fizychnogo rozvytku ditej i pidlitkiv. [Modern methods of research and assessment of physical development in children and adolescents]. *Ukraina. Zdorovia natsii* [Ukraine. The Nation's Health], *no* (1), 17–21. https://doi.org/10.32782/2077-6594/2024.1/03 [in Ukrainian].

Kolesnik, I.V., & Saliamin, Yu.M. (2020). Dyferencijovanyj pidhid u navchal'no-trenuval'nomu procesi v gimnastyci sportyvnij [Differentiated approach in the educational and training process in artistic gymnastics]. *Visnyk Zaporizkoho natsionalnoho universytetu* [Bulletin of Zaporizhzhia National University]. Seriia: Fizychne vykhovannia ta sport, *no* (2), 140–145. [in Ukrainian].

Korobeinikova, L.H., Dakal, N.A., Korobeinikov, H.V., & Rudnyk, L.A. (2023). Osoblyvosti indyvidualizacii' v jedynoborstvah [Features of individualization in martial arts]. *Yedynoborstva* [Martial arts], *no* 2(28), 61–78. https://doi.org/10.15391/ed.2023-2.06 [in Ukrainian].

Lyzohub, V.S., Khomenko, S.M., Pustovalov, T.V., & Kozhemiako, T.V. (2025). *Nejrodynamichni osnovy programuvannja u sporti* [Neurodynamic foundations of programming in sport] (Monograph). Cherkasy: FOP Hordiienko Ye. I. [in Ukrainian].

Makarenko, M.V., Lyzohub, V.S., & Bezkopylnyi, O.P. (2014). *Metodychni vkazivky do praktykumu z dyferencial'noi' psyhofiziologii' ta fiziologii' vyshhoi' nervovoi' dijal'nosti ljudyny* [Guidelines for the practical course in differential psychophysiology and physiology of higher nervous activity]. Cherkasy: Vertykal. [in Ukrainian].

Menshykh, O.E. (2007). Sensomotorna reaktyvnist' i fizychnyj rozvytok uchniv 7–16 rokiv [Sensorimotor reactivity and physical development of schoolchildren aged 7–16 years]. Zbirnyk naukovykh prats Instytutu psykholohii im. H. S. Kostiuka APN Ukrainy. *Problemy zahalnoi ta pedahohichnoi psykholohii* [Issues in General and Educational Psychology], *no* 9(6), 266–273. [in Ukrainian].

Nakonechnyi, R.B., & Khimenes, Kh.R. (2023). Porivnialna kharakterystyka pidkhodiv do pidhotovky futbolistiv na etapi poperednoi bazovoi pidhotovky v futbolnykh orhanizatsiiakh Lvova [A comparative analysis of approaches to the training of footballers during the preliminary basic training phase in football organisations in Lviv]. *Sportyvni ihry* [Sports Games], *no* 4(30), 24–35. https://doi.org/10.15391/si.2023-4.03 [in Ukrainian].

Perevoznyk, V.I. (2020). Anatomo-fiziologichni osoblyvosti rozvytku junyh futbolistiv [Anatomical and physiological features of young football players' development]. *Problemy i perspektyvy rozvytku sportyvnykh ihor i yedynoborstv u vyshchykh navchalnykh zakladakh* [Challenges and prospects for the development of sports and martial arts in higher education institutions], *no* (1), 77–80. [in Ukrainian].

Petrenko, Yu.O., Kovalenko, S.O., Artiushenko, A.O., Frolova, L.S., Timofieiev, A.A., Okhrimenko, O.V., Tymchii, A.A., & Yakunin, M.O. (2023). *Sposib vyznachennja biologichnogo viku ditej shkil'nogo viku* [Method for determining the biological age of school-age children] (Ukrainian Patent No. 126671). [in Ukrainian].

Platonov, V.M. (2021). Suchasni systemy sportyvnogo trenuvannja [Modern systems of sports training.] Kyiv: Persha drukarnia. [in Ukrainian].

Sitovskyi, A.M., & Chyzhyk, V.V. (2003). Vzaiemozviazok fizychnoho rozvytku ta fizychnoi pratsezdatnosti divchat-pidlitkiv z biolohichnym vikom [The relationship between the physical development and physical fitness of adolescent girls and their biological age]. *Moloda sportyvna nauka Ukrainy*[Young Sports Science of Ukraine], *no* 7(2), 63–67. [in Ukrainian].

Tiazhka, O.V. (2008). *Propedevtyka dytjachyh hvorob* [Propedeutics of childhood diseases]. Vinnytsia: Nova Knyha. [in Ukrainian].

Frolova, L., Kalenichenko, O., Haliamov, M., Haidamaka, E., & Sikalo, Ye. (2024).

© 2026 Kostenko et al.

Harriss, D.J., & Atkinson, G. (2011). Update—Ethical standards in sport and exercise science research. *International Journal of Sports Medicine*, 32(11), 819–821. https://doi.org/10.1055/s-0031-1287829

Nikolaienko, V.V., Vorobiov, M.I., & Kostenko, Y.V. (2025). Individualized and differentiated system of organizing training process for young football players at various stages of their long-term training. *Rehabilitation & Recreation*. *19*(1), 214–228. https://doi.org/10.32782/2522-1795.2025.19.1.20

Сенсомоторна реакція представників ігрових видів спорту при різній моторній відповіді на подразники [Sensorimotor reaction of team sports athletes with different motor responses to stimuli]. *Sportyvni ihry* [Sports Games], *no* 4(34), 31–39. https://doi.org/10.15391/si.2024-4.04 [in Ukrainian].

Harriss, D. J., & Atkinson, G. (2011). Update—Ethical standards in sport and exercise science research. International *Journal of Sports Medicine*, *no* 32(11), 819–821. https://doi.org/10.1055/s-0031-1287829

Nikolaienko, V. V., Vorobiov, M. I., & Kostenko, Y. V. (2025). Individualized and differentiated system of organizing training process for young football players at various stages of their long-term training. *Rehabilitation & Recreation*. https://doi.org/10.32782/2522-1795.2025.19.1.20

Відомості про авторів / Information about the Authors

Костенко Євгеній Вікторович:
викладач кафедри футболу, Національний університет фізичного виховання і спорту України, Фізкультури 1, 03150, Київ, Україна.
https://orcid.org/0009-0001-1215-8847,
yekostenko@uni-sport.edu.ua

Yevhenii Kostenko:
Lecturer at the Department of Football,
National University of Ukraine on Physical Education and Sport, 1 Fizkultury St., 03150, Kyiv, Ukraine.

Байрачний Олег Васильович:
кандидат наук з фізичного виховання та спорту, доцент, завідувач кафедри футболу, Національний університет фізичного виховання і спорту України, Фізкультури 1, 03150, Київ, Україна.
https://orcid.org/0000-0003-3013-0845,
obairachnyi@uni-sport.edu.ua

Oleg Bairachniy:
Phd in physical education and sport, associate professor, head of the department of football, National University of Ukraine on Physical Education and Sport, 1 Fizkultury St., Kyiv, 03150, Ukraine.

Горенко Зоя Анатоліївна:
кандидат біологічних наук, доцент кафедри оздоровчо-реакреаційної рухової активності, Національний університет фізичного виховання і спорту України, Фізкультури 1, 03150, Київ, Україна.
https://orcid.org/0000-0003-3500-4055,
zhorenko@uni-sport.edu.ua

Zoia Horenko:
Phd in Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Health-Recreational Motor Activity, National University of Ukraine on Physical Education and Sport, 1 Fizkultury St., Kyiv, 03150, Ukraine.

Федорчук Світлана Володимирівна:
кандидат біологічних наук, старший дослідник, старший науковий співробітник Науково-дослідного інституту, Національний університет фізичного виховання і спорту України, Фізкультури 1, 03150, Київ, Україна.
https://orcid.org/0000-0002-2207-9253,
sfedorchuk@uni-sport.edu.ua

Zoia Horenko:
Phd in Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Health-Recreational Motor Activity, National University of Ukraine on Physical Education and Sport, 1 Fizkultury St., Kyiv, 03150, Ukraine.

© 2026 Kostenko et al.