

УДК 796. 899.09

DOI <https://doi.org/10.24195/olympicus/2025-1.28>**Хлібкевич Володимир Ярославович**

аспірант кафедри фізичної культури та спорту
Волинський національний університет імені Лесі Українки
ORCID ID: 0009-0005-0935-3448

Хмельницька Ірина Валеріївна

кандидат наук з фізичного виховання і спорту,
доцент кафедри кінезіології та фізкультурно-спортивної реабілітації
Національний університет фізичного виховання і спорту України
ORCID ID: 0000-0003-0141-3301

Дуда Андрій Романович

аспірант кафедри фізичної культури та спорту
Волинський національний університет імені Лесі Українки
ORCID ID: 0009-0004-5474-5937

Кардаков Віктор Олександрович

викладач кафедри кінезіології та фізкультурно-спортивної реабілітації
Національний університет фізичного виховання і спорту України
ORCID ID: 0009-0008-5026-7746

ФАКТОРНИЙ АНАЛІЗ ПОКАЗНИКІВ ФІЗИЧНОГО РОЗВИТКУ ТА ФІЗИЧНОЇ ПІДГОТОВЛЕНOSTІ РЕГБІСТІВ З РІЗНИМИ ТИПАМИ ПОСТАВИ НА ЕТАПІ ПОЧАТКОВОЇ ПІДГОТОВКИ

Актуальність проблеми. Кожний біологічний об'єкт характеризується множиною ознак і є багатовимірним за своєю суттю, як ніякий інший. Однак під час урахування множини показників, що описують біологічний об'єкт, часто виявляється, що чимало з них тісно взаємозалежні між собою. І це зовсім природно, оскільки зазвичай ознаки, які враховуються як різні, насправді описують (хоча й з різних сторін) ті самі характеристики біооб'єкта. У літературі цей момент носить назву постулату апріорної надмірності початкового опису досліджуваної системи.

Мета дослідження – провести факторний аналіз показників фізичного розвитку та фізичної підготовленості регбістів з різними типами постави на етапі початкової підготовки.

Методи дослідження: аналіз й узагальнення спеціальної наукової літератури, методи математичної статистики.

Результати дослідження. Факторний аналіз дав змогу з'ясувати основні чинники, що впливають на найважливіші морфобіомеханічні особливості юних регбістів 9–10 років: а) довжина тіла, яка впливає на загальну анатомічну структуру, в тому числі положення голови та шиї; б) масивність тіла та широка стопа, які полегшують виконання силових вправ; в) наявність певних морфологічних асиметрій у нижніх кінцівках спортсменів, які можуть негативно впливати на їх здатність до виконання стрибків; г) розвиненість м'язів грудної клітки, яка покращує ефективність бігу та спроможність до стрибків; д) положення тулуба в сагітальній площині, яке впливає на здатність спортсменів до виконання вправ, що потребують високої витривалості та координації рухів (наприклад, біг на короткі дистанції та вправи на розвиток м'язової міцності та гнучкості).

Висновки. Аналізуючи факторні структури, отримані в окремих групах спортсменів, можна з'ясувати, що спільними для них є три фактори: довжина тіла та її зв'язок із поставою; маса тіла та її вплив на силу м'язів і загальну фізичну підготовку; кут α_3 та його вплив на структуру хребта і рівновагу м'язів. Ці фактори враховуються у фізичному розвитку та підготовці спортсменів незалежно від їхньої постави та здоров'я хребта.

Ключові слова: юні регбісти, фізичний розвиток, гоніометричні показники, постава, фактор, головні компоненти, факторне навантаження, методика, прикладна статистика.

Вступ. Сьогодні статистичні методи як один із найважливіших аналітичних інструментів у дослідженнях сфери фізичної культури та спорту викликають підвищений інтерес. Ми дотримуємося думки, що в педагогічному експерименті для аналізу даних потрібне застосування статистики, інакше висновки не можна вважати науково обґрунтованими. Тому представлення математичних методів, які використовуються для оброблення, а також математичних доказів вірогідності отриманих висновків має стати стандартом викладу будь-яких наукових результатів. Наукові роботи повинні задовольняти вимогам коректного з позиції математики викладу наукових результатів [1; 2].

Надмірність виникає внаслідок того, що багато ознак свідомо взаємозалежні. Проблему мультиколінеарності може бути вирішено за допомоги низки математичних методів, які дають змогу виявляти ті сховані від реєстрації («глибинні») характеристики, що викликають зміну реєстрованих («поверхневих») показників. За допомогою цих методів можна визначити нові змінні, називані в методі головних компонентів компонентами, а у факторному аналізі – факторами, знайти формули, що зв'язують вимірювані ознаки з факторами й головними компонентами, оцінити їхні значення для кожного дослідженого об'єкта [1; 2].

Факторний аналіз належить до математичних дисциплін, призначених для опису багатовимірних об'єктів, і тому дуже широко використовується у біологічних дослідженнях [1; 5]. Проте матеріалів, які допомагають користувачу, в тому числі спеціалісту сфери фізичної культури та спорту, на практиці адекватно й коректно використовувати сучасні методи багатофакторного статистичного аналізу, на сьогодні недостатньо.

Мета дослідження – провести факторний аналіз показників фізичного розвитку та фізичної підготовленості регбістів на етапі початкової підготовки з різними типами постави.

Матеріали та методи дослідження. Експериментальні дослідження проводилися на кафедрі фізичної культури та спорту Волинського національного університету імені Лесі Українки, ДЮСШ (м. Івано-Франківськ). У них взяли участь 30 регбістів 9–10 років. Роботу виконано відповідно до Плану НДР Національного університету фізичного виховання і спорту України на 2021–2025 рр. за темою 3.2 «Теоретико-методичні основи біомеханічних технологій у фізичному вихованні, спорті, реабілітації з урахуванням індивідуальних особливостей моторики людини» (номер держреєстрації 0121U107944). Дослідження були проведені з дотриманням вимог Гельсінської декларації Всесвітньої медичної асоціації «Етичні принципи медичних досліджень за участю людини у якості об'єкта дослідження».

У процесі аналізу емпіричного матеріалу в дисертаційному дослідженні використовувалися різноманітні методи статистичної обробки даних [6]. На констатувальному етапі використовувалися такі методи. По-перше, це первинна статистична обробка матеріалів дослідження, яка передбачала розрахунок основних статистичних характеристик, як-от середнє арифметичне значення, стандартне відхилення, екстремуми, медіана та квартилі розподілу, а також критерій узгодження розподілів з нормальним Шапіро – Уїлка. По-друге, дисперсійний аналіз (ANOVA) використовувався для порівняння середніх значень трьох груп спортсменів з різними типами постави та визначення статистично значущих різниць між ними. По-третє, факторний аналіз, застосований для вивчення взаємозв'язку між змінними та визначення впливу різних факторів на результати дослідження. Усі обчислення здійснювалися з використанням програмного забезпечення IBM SPSS Statistics 21, а графічний матеріал підготовлювався в пакеті Microsoft Excel.

Результати. Для розуміння основних чинників, що впливають на найважливіші морфобіомеханічні особливості юних регбістів 9–10 років з різними типами постави, ми провели факторний аналіз. Початково аналіз базувався на загальних даних з усієї групи регбістів, а потім окремо вивчалися фактори в кожній групі. Для цієї процедури ми скористалися матрицею інтеркореляцій, що містила 17 показників, а саме: гоніометричних (кут, утворений вертикаллю та лінією,

що з'єднує остистий відросток хребця C_{VII} і ЦМ голови, кут між горизонталлю та лінією, що з'єднує найбільш виступаючу точку лобової кістки й виступ підборіддя, та кут між вертикаллю та лінією, що з'єднує остисті відростки хребців C_{VII} і L_V) [3; 4]; антропометричних (маса, довжина тіла, окружність грудної клітки, окружність стегна, окружність гомілки, довжина стопи, ширина стопи); фізичної підготовленості (згинання і розгинання рук в упорі лежачи, підтягування на поперечці, підймання тулуба з горизонтального положення в положення напівсід, біг 30 м з високого старту, біг 30 м з ходу, стрибок з місця в довжину, стрибок у довжину з розбігу). За результатами проведеного факторного аналізу виявлено структури, що склалися з 3 або 5 факторів, деякі з них мали два полюси. На одному полюсі зосереджувалися показники, які виявляли прямий зв'язок між параметрами фактора (полюс додатних навантажень), а на іншому – показники, які були пов'язані з фактором зі знаком мінус (полюс від'ємних навантажень). Усі ознаки однозначно співвідносяться з високим навантаженням тільки з одним фактором, тобто структури мали досить простий і зрозумілий для інтерпретації вигляд.

Розпочнемо з результатів факторного аналізу в загальній вибірці досліджуваних, а потім порівняємо з ними фактори, які виявлені в окремих групах.

Звертаючись до таблиці 1, бачимо, що факторна структура, визначена на основі кореляційної матриці даних юних регбістів 9–10 років на етапі початкової підготовки, у сукупності пояснює 61,7% від загальної дисперсії ознак.

Таблиця 1

Результати факторного аналізу показників фізичного розвитку та фізичної підготовленості регбістів 9–10 років на етапі початкової підготовки (n = 30)

Показники	Фактори; факторні навантаження				
	Довжина тіла та відхилення у поставі	Масивність тіла та силова підготовленість	Морфологічно-функціональна розбалансованість ніг та здатність до стрибків	Розвиненість м'язів грудної клітки	Положення тулуба
Кут α_1	0,85				
Довжина тіла	0,77				
Кут α_2	-0,73				
Маса тіла		0,73			
Ширина стопи		0,73			
Підтягування на поперечці		0,64			
Окружність стегна			0,80		
Окружність гомілки			-0,58		
Стрибок з місця в довжину			-0,57		
Довжина стопи			0,52		
Біг 30 м з високого старту				-0,78	
Стрибок у довжину з розбігу				0,71	
Окружність грудної клітки				0,65	
Підймання тулуба з горизонтального положення в положення напівсід					-0,66
Біг 30 м з ходу					0,65
Кут α_3					0,64
% від загальної дисперсії	13,94%	12,46%	12,30%	11,76%	11,21%

Примітки. 1. Тут і далі наведені лише значущі факторні навантаження. 2. Метод обертання – Варімакс з нормалізацією Кайзера (8 ітерацій).

З таблиці видно, що перший фактор (13,94%) складається з двох полюсів. Він містить показники, які характеризують відхилення від норми в положенні голови та шиї в просторі. Йдеться про збільшений порівняно з нормою кут, утворений вертикаллю та лінією, що з'єднує остистий відросток хребця C_{VII} і ЦМ голови, та менший за норму кут між горизонталлю та лінією, що з'єднує найбільш виступаючу точку лобової кістки й виступ підборіддя. Як свідчить зміст фактора, вони пов'язані з довжиною тіла, як нам здається, через біомеханічні аспекти фізичної форми спортсменів. Наприклад, довжина тіла може впливати на загальну анатомічну структуру та спричиняти зміни в положенні голови та шиї у просторі. Таким чином, довжина тіла може бути одним із факторів, які впливають на положення голови та шиї в просторі у юних регбістів.

Щодо другого фактора (12,46%), то він виявився однополюсним і складався з показників маси тіла та ширини стопи та підтягування на поперечці. Назва фактора може бути «Масивність тіла та силова підготовленість». Цей фактор вказує на тісний зв'язок між масою тіла, шириною стопи та силовою підготовленістю, яку відображає результат підтягування на поперечці. Ймовірно, спортсмени з більшою масою тіла та ширшою стопою мають більше м'язової маси та сили, що дає їм можливість краще виконувати вправу. Цей фактор також відображає важливий бік морфологічної структури тіла спортсменів, який впливає на їх загальну фізичну підготовку.

Третій фактор (12,3%) складається з двох полюсів. До змісту додатного полюсу належать окружність стегна та довжина стопи, до від'ємного полюсу – окружність гомілки та стрибок з місця в довжину. Назва фактора може бути «Морфологічно-функціональна розбалансованість нижніх кінцівок та здатність до стрибків». Цей фактор вказує на те, що окружність стегна та довжина стопи позитивно корелюють із фактором, тоді як окружність гомілки та стрибок з місця в довжину мають від'ємну кореляцію з ним. Це може вказувати на наявність морфологічної асиметрії у нижніх кінцівках спортсменів, де більші окружності стегна та довжина стопи можуть вказувати на більшу м'язову масу й потенційну силу, що може покращити результати стрибків. Однак, якщо вони сполучаються з малою окружністю гомілки, це негативно впливає на результати стрибків.

Розглядаючи четвертий фактор (11,76%), бачимо, що він також двополюсний. На полюсі додатних навантажень розташовані показники стрибка у довжину з розбігу й окружністю грудної клітки, на від'ємному полюсі – біг 30 м з високого старту (тут звернемо увагу на те, що знак мінус свідчить про менший час, за який спортсмени долають дистанцію). Цей фактор можна назвати «Розвиненість м'язів грудної клітки», оскільки він показує сполучену здатність спортсменів до швидкого бігу та стрибків, а також вплив на цю здатність морфологічної особливості – ОГК, яка може впливати на їхню швидкість і міцність. Отже, окружність грудної клітки впливає на експлозивну міцність та швидкість бігу з кількох взаємопов'язаних підстав. Грудна клітка відіграє важливу роль у підтримці стійкості та рухливості тіла, а також в утриманні та розвитку дихальних органів. Збільшення ОГК може свідчити про розвиненість м'язів грудної клітки та респіраторної системи, що може позитивно діяти на спроможність виконувати експлозивні рухи, як-от біг або стрибки. Міцні та гнучкі м'язи грудної клітки дають змогу краще використовувати потужність та енергію для швидких і потужних рухів, що може підвищити ефективність бігу.

Останній фактор у цій структурі (11,21%) також біполярний. На одному полюсі містяться показники бігу 30 м з ходу та кута між вертикаллю та лінією, що з'єднує остисті відростки хребців C_{VII} і L_V , на другому полюсі – підймання тулуба з горизонтального положення в положення напівсід. Цей фактор можна інтерпретувати як фізичні характеристики, які впливають на здатність спортсменів до виконання вправ, що потребують високої кардіореспіраторної витривалості та доброї координації рухів. Особливо нас цікавить той факт, що чим більше кут між вертикаллю та лінією, що з'єднує остисті відростки хребців C_{VII} і L_V , тим повільніше біжить спортсмен та гірші в нього результати з підймання тулуба з горизонтального положення в положення напівсід. Тобто фактор вказує на важливість правильного положення тіла

та спроможності до його контролю під час виконання різних фізичних вправ. Збільшення кута α_3 може обмежувати рухові можливості спортсмена й негативно позначитися на його результативності.

На основі інтерпретації факторної структури можна зробити висновки про основні чинники, що впливають на найважливіші морфобіомеханічні особливості юних регбістів 9–10 років. По-перше, щодо положення голови та шиї виявлено, що відхилення від норми залежить від довжини тіла спортсменів. Це може бути зумовлено біомеханічними аспектами фізичної форми, де довжина тіла впливає на загальну анатомічну структуру, включно з положенням голови та шиї. По-друге, фактор масивності тіла та силової підготовленості вказує на те, що велика маса тіла та широка стопа можуть свідчити про більшу м'язову масу, що полегшує виконання силових вправ. По-третє, фактор морфологічно-функціональної розбалансованості вказує на морфологічні асиметрії у нижніх кінцівках спортсменів, що може негативно впливати на їх здатність до виконання стрибків. По-четверте, розвиненість м'язів грудної клітки покращує ефективність бігу та спроможність до стрибків. По-п'яте, положення тулуба в сагітальній площині впливає на здатність спортсменів до виконання вправ, що потребують високої витривалості та координації рухів (наприклад, біг на короткі дистанції та вправи на розвиток м'язової міцності та гнучкості).

Результати факторного аналізу в групі юних регбістів із нормальною поставою виявляють структуру, яка пояснює 77,9% від загальної дисперсії ознак (табл. 2).

Дані, наведені в таблиці, показують, що перший фактор (18,52%) об'єднує чотири показники, які прямо корелюють із ним. Він інтерпретується як «Розвиненість м'язів грудної клітки та фізична сила». Він містить такі показники, як окружність грудної клітки, підймання тулуба з горизонтального положення в положення напівсід, маса тіла та підтягування на поперечці.

Таблиця 2

Результати факторного аналізу показників фізичного розвитку та фізичної підготовленості регбістів 9–10 років з нормальною поставою (n = 14)

Показники	Фактори; факторні навантаження				
	Розвиненість м'язів грудної клітки та фізична сила	Довжина тіла та постава	Пропорційність нижніх кінцівок	Експлозивна сила та стрибкові якості	Координація рухів
Окружність грудної клітки	0,81				
Підймання тулуба з горизонтального положення в положення напівсід	0,789				
Маса тіла	0,754				
Підтягування на поперечці	0,702				
Кут α_2		0,846			
Довжина тіла		0,789			
Кут α_1		0,764			
Ширина стопи			0,872		
Окружність стегна			0,749		
Біг 30 м з ходу			0,614		
Стрибок з місця в довжину				0,866	
Окружність гомілки				0,765	
Стрибок в довжину з розбігу					0,806
Кут α_3					0,651
Біг 30 м з високого старту					–0,64
% від загальної дисперсії	18,52%	16,67%	16,42%	14,53%	11,8%

Примітка. Метод обертання – Варімакс з нормалізацією Кайзера (12 ітерацій).

з горизонтального положення в положення напівсід, маса тіла та підтягування на поперечці. За змістом фактор схожий із фактором 2 із загальної вибірки, проте до його змісту, крім маси тіла, включено й ОГК. Отже, розвиток м'язів грудної клітки та сила мають велике значення для результативності в різних фізичних вправах, для успішного виконання різних рухів у грі та фізичної підготовки спортсменів загалом.

Другий фактор (16,67%) також має лише один полюс та описаний як «Довжина тіла та постава».

За змістом він є схожим на фактор 1, виявлений нами в загальній вибірці, де довжина тіла прямо корелювала з кутом α_1 та від'ємно – з кутом α_2 , тобто підтверджено вплив довжини тіла як одного з факторів формування постави юних регбістів, проте у дітей з нормальною поставою всі ці три параметри пов'язані прямо. Отже, правильне положення тіла, мінімальні відхилення від нормального положення голови та шиї в просторі можуть впливати на фізичні можливості спортсменів.

Стосовно третього фактора (16,42%), то його можна назвати «Пропорційність нижніх кінцівок». Він стосується окружності стегна, ширини стопи та бігу 30 м з ходу. Ці показники можуть вказувати на морфологічні особливості нижніх кінцівок та їхній вплив на швидкісні якості спортсменів. Тобто пропорційність нижніх кінцівок, з якою пов'язана здатність до бігу на короткі дистанції, може впливати на ефективність виконання рухів у грі.

Четвертий фактор (14,53%) – це стрибок з місця в довжину й окружність гомілки. Він вказує на здатність до експлозивних рухів та стрибків у спортсменів. Така здатність до експлозивних рухів та стрибків може бути важливою для успішного виконання різних фізичних вправ у грі, включно з рухами, які потребують великої сили та швидкості. Тому назва «Експлозивна сила та стрибкові якості» відображає його сутність.

Фактор, що має найменшу пояснювальну дисперсію (11,8%), може бути описаний як «Координація рухів», він стосується стрибка в довжину з розбігу, положення тіла в сагітальній площині та бігу 30 м з високого старту. Ці показники можуть вказувати на рівень координації рухів та аеробну витривалість у спортсменів.

Як показав факторний аналіз, основними чинниками, що впливають на найважливіші морфобіомеханічні особливості юних регбістів 9–10 років з нормальною поставою, є розвиненість м'язів грудної клітки та пов'язана з нею фізична сила, довжина тіла та правильне його положення, пропорційність нижніх кінцівок, експлозивна сила та пов'язані з нею стрибкові якості, а також координація рухів.

Вивчення результатів факторного аналізу в групі спортсменів із сутулою спиною показало, що вона також склалася з 5 комплексів фізичних параметрів, які сумарно пояснювали 87,7% дисперсії всіх сполучень ознак (табл. 3).

Фактор 1 (22,15%) можна охарактеризувати як «Довжина тіла та стрибкові якості». Він містить такі показники, як довжина стопи (позитивне навантаження), стрибок у довжину з розбігу (від'ємне навантаження), стрибок з місця в довжину (від'ємне навантаження) та довжина тіла (позитивне навантаження).

Коли всі ці показники об'єднуються в один фактор, це свідчить про їхню взаємозалежність у спортсменів із сутулою спиною. У цьому контексті можливе тлумачення, що цей фактор відображає морфофункціональні особливості, які можуть впливати на здатність дитини із сутулою спиною до стрибків. Наприклад, довжина стопи та тіла впливають на механічні характеристики стрибків, як-от площа контакту з підлогою чи співвідношення довжини тіла до висоти стрибка. Водночас довжина тіла може вказувати на анатомічні особливості, зокрема астенічний тип тілобудови, який характеризується довгими, стрункими кінцівками, які можуть забезпечувати більший момент і діапазон руху, що може бути корисним для виконання стрибків. Однак ця ж анатомічна особливість також може мати негативний вплив на рухливість або координацію під час стрибків. Інша версія пояснення стосується спільної фізіологічної або біологічної основи для цих параметрів. Наприклад, якість тканин (як-от м'язи, суглоби, сухожилля) може пов'язувати довжину тіла із здатністю до стрибків. Таким чином, ці параметри

Таблиця 3

Результати факторного аналізу показників фізичного розвитку та фізичної підготовленості регбістів 9–10 років із сутулою спиною (n = 9)

Показники	Фактори; факторні навантаження				
	Довжина тіла та стрибкові якості	Слабкість м'язів тулуба	М'язи гомілки в контексті ширини стопи	Маса тіла та силові властивості"	М'язи верхніх кінцівок
Довжина стопи	0,899				
Стрибок у довжину з розбігу	–0,852				
Стрибок з місця в довжину	–0,793				
Довжина тіла	0,723				
Підймання тулуба з горизонтального положення у напівсід		–0,875			
Біг 30 м з ходу		0,874			
Кут α_z		0,823			
Окружність грудної клітки		0,812			
Окружність гомілки			0,843		
Біг 30 м з високого старту			0,763		
Ширина стопи			–0,729		
Маса тіла				0,929	
Згинання і розгинання рук в упорі лежачи				0,749	
Кут α_z					–0,855
Підтягування на поперечці					0,767
% від загальної дисперсії	22,15%	20,25%	17,09%	15,87%	12,37%

Примітка. Метод обертання – Варімакс з нормалізацією Кайзера (7 ітерацій).

можуть бути обумовлені спільною певною фізіологічною основою, яка визначає фактори довжини тіла, якості стрибків та типу постави цих дітей.

Другий фактор є дуже важливим, оскільки його дія зустрічається у 20,25% усіх сполучень у групі, а в його змісті зібрані показники, які демонструють морфобіомеханічні особливості цих спортсменів. Раніше ми визначили, що погані показники підймання тулуба з горизонтального положення в положення напівсід є специфічною рисою юних спортсменів із сутулою спиною. Також відхилення кута α_z від норми у багатьох з них є також суттєвим. Крім цих показників, у факторі додано повільний біг на короткі дистанції та велика грудна клітка, що дійсно можуть вказувати на загальну слабкість і нестабільність м'язів, які утримують спину прямою або допомагають у виконанні рухів корпусу. Витривалість м'язів передньої та задньої частини тулуба, які використовуються для стабілізації та підтримки тіла під час різних фізичних активностей, включно з підйомами та підтримкою тіла у вертикальному положенні, важливі також для підтримання правильної постави та запобігання травмам спини. Тому назва «Слабкість м'язів тулуба» найбільшою мірою відображає зміст цього фактора. Він показує, що у дітей, у яких спостерігаються високі значення другого фактора, відносно низька сила та витривалість м'язів тулуба та, зокрема, спини, що може впливати на їхню фізичну підготовку.

Третій фактор (17,09%) можна було би охарактеризувати як «Анатомічні особливості нижніх кінцівок». Він містить показники, як-от кут α_z та окружність гомілки. Ці показники можуть вказувати на анатомічні особливості нижніх кінцівок та їхній вплив на швидкісні параметри фізичної підготовленості спортсменів цієї групи. Однак із позитивним навантаженням для «Окружності гомілки» та «Бігу 30 м з високого старту», із мінусовим навантаженням для

«Ширини стопи» можна назвати цей фактор «М'язи гомілки в контексті ширини стопи», і таке сполучення може вказувати на те, що діти з вузькою стопою можуть мати певні обмеження у швидкісних вправах, хоча їхні гомілкові м'язи можуть бути розвинені та міцні.

Наступний фактор (15,87%) можна назвати «Маса тіла та силові властивості». Він вмістить такі показники, як маса тіла та згинання й розгинання рук в упорі лежачи, і вказує на прямий взаємозв'язок між масою тіла та силовими показниками у спортсменів, який з варіаціями був знайдено і в попередніх факторних структурах.

Фактор 5 (12,37%) можна охарактеризувати як «М'язи верхніх кінцівок». Він стосується показників, пов'язаних із розвитком м'язів плечового поясу та верхніх кінцівок, як-от кут α_2 (що може вказувати на структуру та розвиток м'язів плечового поясу) та підтягування на поперечці (що свідчить про силу та витривалість м'язів верхніх кінцівок). А оскільки це спортсмени із сутулою спиною, розвиток їх верхніх кінцівок може бути додатково ускладнений через аномалії у структурі хребта та спинного стовпа. Зазвичай сутула спина може змінювати механіку руху, особливо у верхній частині тіла. Останнє є особливо важливим для спортсменів-регбістів, які часто використовують руки та верхні кінцівки для виконання різних фізичних дій, як-от паси, лови, підйоми та інші. Тому специфіка розвитку цих зон може впливати на готовність спортсменів до виконання різноманітних завдань у грі та загальну фізичну підготовку. А отже, факторами, які відображають основні аспекти фізичного розвитку та фізичної підготовленості спортсменів із сутулою спиною та можуть вплинути на їхні морфобіомеханічні характеристики, а отже, загальну спортивну ефективність у грі регбі, є довжина тіла та її зв'язок із стрибковими якостями, слабкість м'язів тулуба, анатомічні особливості нижніх кінцівок, маса тіла та пов'язані з нею силові властивості, а також специфіка розвитку м'язів верхніх кінцівок.

Переходячи до факторної структури, отриманої на вибірці регбістів віком 9–10 років зі сколіотичною поставою, зазначимо, що вона складається лише з 3 факторів, які сумарно пояснювали 62% загальної дисперсії ознак (табл. 4).

Фактор «Довжина тіла та постава» (24,24%) містить такі показники, як підймання тулуба з горизонтального положення в положення напівсід (з найвищим позитивним навантаженням), біг 30 м з ходу (з найвищим від'ємним навантаженням), а також довжина тіла та кут α_2 . Зміст фактора свідчить про кращі функціональні та м'язові можливості для виконання вправ, пов'язаних із підйманням тулуба та рухом на швидкість за умови достатнього зросту, які можуть суттєво обмежуватися за високих значень кута між горизонталлю та лінією, що з'єднує найбільш виступаючу точку лобової кістки й виступ підборіддя.

Таблиця 4

Результати факторного аналізу показників фізичного розвитку та фізичної підготовленості регбістів 9–10 років зі сколіотичною поставою (n = 7)

Показники	Фактори; факторні навантаження		
	Довжина тіла та постава	Кут лордозу та м'язи ніг	Маса тіла
Підймання тулуба з горизонтального положення в положення напівсід	0,956		
Біг 30 м з ходу	–0,912		
Довжина тіла	0,717		
Кут α_2	–0,708		
Кут α_3		0,924	
Окружність стегна		–0,861	
Окружність гомілки		–0,840	
Стрибок з місця в довжину			–0,923
Маса тіла			0,889
% від загальної дисперсії	24,24%	19,46%	18,37%

Примітка. Метод обергання – Варімакс з нормалізацією Кайзера (7 ітерацій).

Другий фактор «Кут лордозу та м'язи ніг» (19,46%) включає кут α_3 , окружність стегна й окружність гомілки. Він може відображати особливості структури та розвитку верхньої та нижньої частин тіла у дітей зі сколіотичною поставою. Кут, який вказує на збільшення лордозу, свідчить про зміни у структурі та функції хребта, які характерні для сколіотичної постави, яка призводить до нерівномірного розподілу навантажень на різні частини тіла. Він часто супроводжується нестабільністю постави та змінами у м'язовому балансі. Від'ємні кореляції окружностей стегна та гомілки можуть вказувати на недостатній розвиток м'язів цих зон тіла у дітей зі сколіотичною поставою. Унаслідок нерівномірного розподілу навантажень та асиметрії м'язів, які викликає сколіоз, розвиток м'язів нижніх кінцівок може бути ускладненим.

Третій фактор «Маса тіла» (18,37%) містить дані про стрибок з місця в довжину (з найвищим від'ємним навантаженням) та масу тіла (з найвищим позитивним навантаженням). Високі значення цього фактора зазвичай вказують те, що кращі показники маси тіла, а отже, більша сила м'язів позитивно впливають на загальну фізичну підготовку та виконання певних видів спортивних вправ, включно зі стрибками. Однак з огляду на певні особливості в морфологічних та біомеханічних показниках, які можуть впливати на здатність виконання спортсменами зі сколіотичною поставою різних видів спортивних вправ, зокрема стрибків, більша маса тіла та розвиненість м'язів можуть бути наслідком компенсаційних механізмів організму для підтримки стійкості та стабільності хребта у зв'язку зі сколіозом. З одного боку, це може створювати додаткове навантаження на хребет і спинні м'язи під час стрибків, що може ускладнити їхнє виконання. Тоді більш успішним буде стрибок з місця в довжину, який потребує певної легкості та швидкості, і в такому сенсі зайва маса тіла не потрібна.

Отже, до чинників, які визначають найважливіші морфобіомеханічні особливості регбістів 9–10 років зі сколіотичною поставою (як-от структура хребта, рівновага м'язів, функціональні можливості, стан організму під час виконання спортивних дій, включно з грою в регбі), належать довжина тіла та постава, кут лордозу та м'язи ніг, а також маса тіла.

Висновки. Факторний аналіз дав змогу з'ясувати основні чинники, що впливають на найважливіші морфобіомеханічні особливості юних регбістів 9–10 років: а) довжина тіла, яка впливає на загальну анатомічну структуру, у тому числі положення голови та шиї; б) масивність тіла та широка стопа, які полегшують виконання силових вправ; в) наявність певних морфологічних асиметрій у нижніх кінцівках спортсменів, які можуть негативно впливати на їх здатність до виконання стрибків; г) розвиненість м'язів грудної клітки, що покращує ефективність бігу та спроможність до стрибків; д) положення тулуба в сагітальній площині, що впливає на здатність спортсменів до виконання вправ, які потребують високої витривалості та координації рухів (наприклад, біг на короткі дистанції та вправи на розвиток м'язової міцності та гнучкості).

Аналізуючи факторні структури, отримані в окремих групах спортсменів, можна з'ясувати, що спільними для них є три фактори: довжина тіла та її зв'язок із поставою; маса тіла та її вплив на силу м'язів і загальну фізичну підготовку; кут α_3 та його вплив на структуру хребта і рівновагу м'язів. Ці фактори враховуються у фізичному розвитку та підготовці спортсменів незалежно від їхньої постави та здоров'я хребта.

Для кожної групи характерні специфічні фактори, які відображають особливості їхньої фізичної підготовки та морфобіомеханічних характеристик. Для групи з нормальною поставою це розвиненість м'язів грудної клітки та пов'язана з нею фізична сила, правильне положення тіла, пропорційність нижніх кінцівок, експлозивна сила та стрибкові якості, координація рухів. Для групи із сутулою поставою – слабкість м'язів тулуба, анатомічні особливості ніг, специфіка розвитку м'язів верхніх кінцівок. Для групи зі сколіотичною поставою – структура хребта, рівновага м'язів, функціональні можливості.

Література:

1. Антомонов М. Ю., Коробейніков Г. В., Хмельницька І. В., Харковлюк-Балакіна Н. В. Математичні методи оброблення та моделювання результатів експериментальних досліджень : навчальний посібник. *Олімпійська література*. Київ, 2021, 216 с.
2. Бабушкін В. З. Факторний аналіз ігрової діяльності спортсменів. У кн.: Спеціалізація у спортивних іграх. Київ : Здоров'я, 1991. С. 78–129.
3. Кашуба В., Ярош Г., Крикун Ю., Хабінець Т., Домашенко Н., Шанковський А. Стан просторової організації тіла юних спортсменів як передумова розроблення й упровадження корекційно-профілактичних заходів у тренувальний процес. *Вісник Прикарпатського університету*. Серія: Фізична культура. № 24; 36. С. 16–25. DOI: 10.15330/fcult.36.16-25.
4. Кашуба В., Крикун Ю. Профілактика та корекція функціональних порушень опорно-рухового апарату юних спортсменів у складнокоординаційних видах спорту (на прикладі черліденгу). *Спортивний вісник Придніпров'я*. 2023. № 3. С. 106–118. DOI: 10.32540/2071-1476-2023-3-106.
5. Климчук В. О. Факторний аналіз: використання у психологічних дослідженнях. *Практична психологія та соціальна робота*. 2006. № 8. С. 43–48.
6. Kashuba V., Stepanenko O., Byshevets N., Kharchuk O., Savliuk S., Bukhovets B., Grygus I., Napierała M., Skaliy T., Hagner-Derengowska M., Zukow W. Formation of Human Movement and Sports Skills in Processing Sports-pedagogical and Biomedical Data in Masters of Sports. *International Journal of Human Movement and Sports Sciences*. 2020. № 8 (5). P. 249-257. DOI: 10.13189/saj.2020.080513.

References:

1. Antomonov, M.Yu., Korobeynikov, G.V., Khmel'nitska, I.V., & Kharkovlyuk-Balakina, N.V. (2021). Matematychni metody obrobлення ta modeliuvannia rezultativ eksperymentalnykh doslidzhen: navchalnyi posibnyk [Mathematical methods for compiling and modeling the results of experimental research: a basic guide]. *Olimpiiska literatura – Olympic literature*. Kyiv, 216 p. [in Ukrainian].
2. Babushkin, V.Z. (1991). Faktornyi analiz ihrovoi diialnosti sportsmeniv [Factor analysis of the gaming activity of athletes]. U kn.: Spetsializatsiia u sportyvnykh ihrakh – In the book: Specialization in sports games. Kyiv: Health. P. 78–129 [in Ukrainian].
3. Kashuba, V., Yarosh, G., Krykun, Y., Khabinets, T., Domashenko, N., & Shankovskii, A. (2020). Stan prostorovoi orhanizatsii tila yunyk sportsmeniv yak peredumova rozroblennia y uprovaдження korektsiino-profilaktychnykh zakhodiv u trenuvalnyi protses [The state of the spatial organization of the body of young athletes as a prerequisite for the development and implementation of corrective and preventive measures in the training process]. *Visnyk Prykarpatskoho universytetu. Serii: Fizychna kultura – Bulletin of the Carpathian University. Series: Physical culture*. November 24; 36: 16–25. DOI: 10.15330/fcult.36.16-25 [in Ukrainian].
4. Kashuba, V., & Krykun, Yu. (2023). Profilaktyka ta korektsiia funktsionalnykh porushen oporno-rukhovoho aparatu yunyk sportsmeniv u skladnokoordinatsiinykh vydakh sportu (na prykladi cherlidenhu) [Prevention and correction of functional disorders of the musculoskeletal system of young athletes in complex coordination sports (on the example of cheerleading)]. *Sportyvnyi visnyk Prydniprovia – Sports Bulletin of the Dnieper Region*, 3, 106–118. DOI: 10.32540/2071-1476-2023-3-106 [in Ukrainian].
5. Klymchuk, V.O. (2006). Faktornyi analiz: vykorystannia u psykhologichnykh doslidzhenniakh [Factor analysis: use in psychological research]. *Praktychna psykhologhiia ta sotsialna robota – Practical psychology and social work*, 8, 43–48 [in Ukrainian].
6. Kashuba, V., Stepanenko, O., Byshevets, N., Kharchuk, O., Savliuk, S., Bukhovets, B., Grygus, I., Napierała, M., Skaliy, T., Hagner-Derengowska, M., & Zukow, W. (2020). Formation of Human Movement and Sports Skills in Processing Sports-pedagogical and Biomedical Data in Masters of Sports. *International Journal of Human Movement and Sports Sciences*, 8 (5), 249–257. DOI: 10.13189/saj.2020.080513 [in English].

Khlibkevych Volodymyr, Khmel'nitska Irene, Duda Andriy, Kardakov Viktor

**FACTOR ANALYSIS OF PHYSICAL DEVELOPMENT AND PHYSICAL
PREPAREDNESS INDICATORS OF RUGBY PLAYERS WITH DIFFERENT
POSTURE TYPES AT THE STAGE OF INITIAL TRAINING**

Relevance of the problem. Each biological object is characterized by a set of features and is multidimensional in its essence, like no other. However, when considering a set of indicators describing a biological object, it often turns out that many of them are closely interrelated. And this is quite natural, since, as a rule, the features that are considered as different, actually describe (albeit from different sides) the same characteristics of the biological object. In the literature, this point is called the postulate of a priori redundancy of the initial description of the system under study.

The purpose of the study is to conduct a factor analysis of physical development and physical preparedness indicators of rugby players with different types of posture at the stage of initial training.

Research methods: analysis and generalization of special scientific literature, methods of mathematical statistics.

Research results. Factor analysis allowed us to identify the main factors influencing the most important morphobiomechanical features of young rugby players aged 9–10: a) body length, which affects the general anatomical structure, including the position of the head and neck; b) massiveness of the body and wide foot, which facilitate the performance of strength exercises; c) the presence of certain morphological asymmetries in the athlete's lower extremities, which may negatively affect their ability to jump; d) development of the chest muscles, which improves the efficiency of running and jumping ability; e) the position of the torso in the sagittal plane, which affects the ability of athletes to perform exercises that require high endurance and coordination of movements, for example, short-distance running and exercises for the development of muscle strength and flexibility.

Conclusions. Analyzing the factor structures obtained in individual groups of athletes, it can be found that they have three common factors: body length and its correlation with posture; body weight and its effect on muscle strength and general physical training; angle α_3 and its effect on the structure of the spine and muscle balance. These factors are considered in the physical development and training of athletes regardless of their posture and spinal health.

Key words: young rugby players, physical development, goniometric indicators, posture, factor, principal components, factor loading, methodology, applied statistics.