

Петро ДЖУРИНСЬКИЙ, д-р пед наук, професор

Ірина СМОЛЯКОВА, канд. пед. наук, доцент

Анатолій ЧУСТРАК, канд. пед. наук, доцент

Анастасія КОКОТЄЄВА, ст. викладач

Вікторія ВАКАРЧУК, ст. викладач

Національний університет «Одеська політехніка», м. Одеса, Україна, e-mail: p.b.dhurynskyi@op.edu.ua; i.d.smolyakova@op.edu.ua; a.p.chustrak@op.edu.ua; kokotieieva.a.s@op.edu.ua; vakarchuk.v.o@op.edu.ua

УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСОМ БІОМЕХАНІЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ПІД ЧАС ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНІКИ СПОРТИВНОГО ПЛАВАННЯ

Анотація. Вивчалися особливості управління біомеханічними моделями під час оптимізації техніки в спортивному плаванні. Встановлено, що індивідуальні особливості кожної особистості, мають велике значення для правильного вибору способу спортивного плавання у якому спортсмен може досягнути високих спортивних результатів. Визначені фізичні, біологічні, педагогічні закономірності під час вдосконалення біомеханічної моделі техніки спортивного плавання. Ефективність методів управління біомеханічною моделлю оцінюється на основі покращення результатів спортсменів. У перспективі подальших досліджень вбачається дослідження біомеханічних моделей та розширення їхніх можливостей з аналізу та розробки нових алгоритмів управління, з урахуванням індивідуальних особливостей спортсменів, їхніх психологічних характеристик, корекції техніки плавця в режимі реального часу.

Ключові слова: управління, біомеханічна модель, техніка плавання, спортивне плавання, індивідуальні особливості плавців

Актуальність дослідження

Управління раціональною технікою у плаванні передбачає вибудовування оптимальної біомеханічної моделі для кожного окремого плавця. Для цього існують фізичні та біологічні закономірності, які потрібно враховувати.

Управління біомеханічним моделювання при вдосконаленні техніки спортивних способів плавання є дуже актуальним, оскільки дозволяє вивчати, аналізувати та оптимізувати техніку рухів плавців для досягнення високих спортивних результатів. Процес біомеханічного моделювання дає можливість учасникам навчально-тренувального процесу розуміти раціональну техніку плавання, з урахуванням індивідуальних, фізіологічних, біомеханічних, біологічних та психологічних аспектів. Використання біомеханічного моделювання може попередити травмування спортсменів, покращити їхнє відновлення після змагань.

Мета дослідження: вивчити особливості управління процесом біомеханічного моделювання під час вдосконалення техніки спортивного плавання.

Основні матеріали досліджень

Як відомо, під час активної рухової активності, посилюється обмін речовин. Так само відбувається і під час фізичних вправ у воді. Під час пересування людини у воді збільшується споживання кисню, значно посилюється обмін речовин, надходить в організм кисень і напрооти вивільняється з вуглекислий газ. Для забезпечення обмінних процесів, плавцеві необхідно виконувати повноцінні дихальні цикли : вдих-видих. В умовах перебування плавця у воді такий процес досить складний на відміну від дихальних циклів на суші. Для руху тіла у водному середовищі плавцеві необхідно виконувати гребкові рухи руками, що викликає напруження усіх груп м'язів.

Якщо плавець у воді буде здійснювати вдих саме тоді, коли м'язи тулуба, грудної клітини і рук напружені і через це він має можливість вдихнути повітря набагато менше (на кілька сотень кубічних сантиметрів менше), ніж при вдиху, коли м'язи тулуба, грудної клітини і рук будуть розслаблені або менш напружені. В такому разі ми дійшли до важливого принципу: раціональну техніку спортивних способів плавання потрібно вибудовувати таким чином, щоб під час плавальних рухів створювались сприятливі умови для оптимального, найповнішого вдиху і повного видиху [4; 5; 6].

Під час плавальних рухів, відбувається скорочення м'язів, вони виконують роботу при цьому знижується їх працездатність. Для запобігання зниження працездатності, необхідно за-

безпечити м'язи енергетичними речовинами і видалити продукти розпаду. Найбільш ефективним таким процес стає тоді, коли раціонально чергуються напруження і розслаблення м'язів. Отже наступний принцип : раціональну техніку спортивного плавання потрібно вибудовувати таким чином, щоб під час виконання рухів у воді м'язові групи плавця мали періодичність і циклічність, а саме напруження-розслаблення, тобто напруження має змінюватися розслабленням. Під час розслаблення відбувається відновлення м'язової групи та підготовка до робочої частини напруження (наприклад гребковий рух рукою). Як бачимо, техніка плавання відіграє надважливу роль адже кращих результатів досягає той плавець який при майже при однакових фізичних та психологічних якостях з суперником, володіє більш раціональною і досконалою технікою [1; 3; 4].

Процес вивчення технічних елементів в плаванні складний і вимагає терпіння і тренера і плавця. Для досягнення результатів в покращенні технічної підготовленості плавця, необхідно щоб в процесі вдосконалення тренувальні рухи плавця ставали невимушеними, точними. Поступово виховується рухове уміння, а згодом набувається навичка плавання, формується руховий стереотип. Зазначимо, що набуті навички при плаванні в повільному і середньому темпі не розкривають у повній мірі можливості плавця. Спортивне плавання в швидкому темпі відрізняється від техніки плавання в повільному і середньому темпі. Тут можемо вказати на наступний принцип : раціональна техніка плавця при плаванні спортивними способами буде більш результативною саме тоді, коли вона досконала і спортсмен володіє нею як при плаванні в повільному, середньому темпі, так і при швидкісному плаванні [2; 7].

Результати

Індивідуальні особливості кожної особистості, мають велике значення для правильного вибору способу спортивного плавання у якому спортсмен може досягнути високих спортивних результатів, тобто для способу спортивного плавання і раціональна техніка плавання мають бути обрані індивідуально. Безумовно, техніка плавання має бути в межах загальної схеми рухів, правил змагань з плавання. Окремі відпрацювання деталей індивідуальної техніки плавання доцільно, якщо вони надають перевагу плавцю в швидкості пересування. Наступний принцип може бути таким: на початковому етапі, вибір способу спортивного плавання та побудова раціональної техніки проводиться з урахуванням його індивідуальних особливостей плавця. Взаємодіючи із навколишнім середовищем, людина може переміщатися у просторі, використовуючи для цього силу власних м'язів, при цьому спираючись на будь-які предмети, відштовхуючись від них, людина пересувається. Для опору на суші, людина використовує тверді тіла, такі як землю, підлогу і т. ін. У водному середовищі плавець спирається на воду, використовуючи її опір тим самим створює собі підпору, але цей опір має зворотній ефект – чинить перепону плавець у переміщенні вперед. Управління біомеханічною структурою рухів плавця у воді базується на принципах, які впливають на швидкість плавця, найважливішою є гідродинаміка та її вплив на рух тіла у воді.

Раціональна техніка плавання вибудовується тільки тоді, коли мінімізується опір води та максимізується сила, яка рухає тіло плавця вперед. Перший інерціальний закон Ньютона вказує, на те, що тіло плавця виконує рівномірний рух, до тих пір, поки зовнішні сили не вплинуть на нього і не змінять цей стан. Другий закон Ньютона пояснює взаємозв'язок між масою, силою та прискоренням тіла, що дає нам можливість аналізувати рухи і швидкість плавця. Третій закон дії та протидії, надає розуміння, що кожен рух плавця створює протидію з боку води і як цю протидію можна використовувати для просування вперед. Опір води залежить від окремих чинників, таких як, форма тіла, площа поверхні, швидкість руху та властивості води. Обтічність і гладка поверхня тіла зменшує лобовий опір та мінімізує тертя. Зі збільшенням швидкості пересування у воді, опір зростає саме пропорційно швидкості, тому важливо мати оптимальну, раціональну техніку плавання, саме для зменшення енергетичних витрат на подолання опору води.

Розробка оптимальної, раціональної біомеханічної моделі техніки плавання передбачає визначення параметрів, які необхідно враховувати. До таких параметрів належать кути між частинами тіла : кут згинання в ліктьовому та колінному суглобах, швидкість та прискорення рухів руками і ногами, а також участь тулуба. Слід враховувати положення тулуба, напрямку руху, загальну координацію рухів частин тіла, які приймають участь в циклічних рухах плавця.

Біомеханічне моделювання передбачає кінематичні та динамічні дані. Ці дані визначають сили, що впливають на рух плавця у воді. Біомеханічна модель руху плавця у воді розділяється на окремі циклічні фази – захоплення води, підтягування води, відштовхування води та просування вперед. Кожна фаза вимагає окремого аналізу. Кожна фаза має бути ефективною і «не просідати». Якщо одна із фаз була виконана не ефективно то відповідно уся біомеханічна модель раціональної техніки плавання рушиться. Під час захоплення води необхідно створити опір для подальшого підтягування. Підтягування має за мету – надати поштовх (силу), яка переміщує плавця вперед, відштовхування води використовується для прискорення тіла, а просування – для збереження заданої швидкості руху.

Розглядаючи біомеханічну модель для вільного стилю (кроль на грудях), де враховані рухи рук і ніг, положення тіла та координація цих рухів. Біомеханічна модель включає опис змін кутів у суглобах, швидкості руху кінцівок та сили, що діють на плавця. Саме управління такою біомеханічною моделлю дозволяє аналізувати техніку плавання, виявляти недоліки та розробляти рекомендації щодо корегування технічних недоліків.

Збір показників є важливим етапом біомеханічного аналізу техніки плавання. Рекомендуємо використовувати відеоаналіз, для створення верифікації біомеханічної моделі. Метод передбачає зйомку спортсмена під час виконання завдання у воді з різних ракурсів та проведення подальшого аналізу відеозапису для оцінки кутів, швидкостей та інших параметрів руху. Для вимірювання прискорення та кутових швидкостей різних частин тіла плавця можна використовувати датчики руху та різноманітні акселерометри. Такі показники можуть бути використані для оцінки ефективності рухів, виявлення асиметрії. «Система захоплення руху» (motion capture) є більш точним методом. При цьому використовуються спеціальні камери та маркери, розміщені на тілі плавця, для тривимірного аналізу його біомеханіки рухів. Це дозволяє отримати детальну інформацію про управління біомеханікою руху кінцівок, положення тіла та загальну координацію. Рекомендуємо застосовувати «Тензометричні платформи», які дозволяють вимірювати силу, з якою плавець відштовхується від стінки басейну або підтягує воду під час плавання. «Буксирувальні системи» можуть вимірювати опір води, що діє на тіло плавця на різних швидкостях переміщення у воді. Оптимізація техніки плавання на основі біомеханічної моделі передбачає використання алгоритмів управління біомеханічною моделлю рухів. Наприклад, одним із найдієвіших є метод зворотного зв'язку, який порівнює параметри руху плавця з оптимальними модельними значеннями і характеристиками. При цьому можуть розроблятися корегувальні технології з вдосконалення раціональної техніки плавання. «Генетичні алгоритми» використовуються для отримання найраціональніших складників переміщення, вони можуть забезпечувати оптимальну швидкість плавця при незначних енергетичних втратах. Такі алгоритми напрацьовані з імітації процесів відбору в природі, де найкращі методики і рішення є надбанням наступних поколінь. «Нейронні мережі» можуть використовуватися для передбачення, планування і прогнозування очікуваних результатів плавання на основі управління біомеханічними показниками. Такі методики використовують велику кількість даних та виявляють залежності між технікою окремих параметрів руху та результатами на змаганнях. Розробка програмного забезпечення для управління біомеханічними моделями та аналізу техніки плавання є важливим кроком для практичного застосування. Таке програмне забезпечення може дозволяти користувачам використовувати показники. Дані плавця (антропометрія, фізичні дані т.ін.) та отримувати рекомендації щодо раціоналізації техніки плавання. При цьому можуть використовуватися інструменти візуалізації результатів моделювання. Поєднання знань у галузі біомеханіки, математичного моделювання, програмування, закономірностей фізики, біології, психології, педагогіки, теорії і методики фізичного виховання, методики спортивного тренування сприяє ефективному управлінню біомеханічними моделями. Прикладом практичного застосування управління біомеханічними моделями може бути оптимізація техніки вільного стилю (кролю на грудях) для плавця з урахуванням його антропометричних даних. Наприклад, якщо у плавця короткі ноги, біомеханічна модель може рекомендувати збільшити частоту рухів та змінити кут ударних рухів ногами. А якщо у плавця слабкі м'язи на руках то модель може рекомендувати вправи для їх зміцнення та зміни у техніці рухів.

Висновки

Розробка оптимальної біомеханічної моделі техніки плавання передбачає визначення параметрів, які необхідно враховувати. До них належать кути між частинами тіла, швидкість та

прискорення рухів кінцівок, а також участь тулуба. Збір показників є важливим етапом біомеханічного аналізу техніки плавання. Рекомендується використовувати відеоаналіз, датчики руху, акселерометри. Метод «Система захоплення руху» (motion capture), «Тензометричні платформи», «Буксирувальні системи». Оптимізація техніки плавання на основі біомеханічної моделі передбачає використання алгоритмів управління біомеханічною моделлю рухів. Одним із дієвих методів є зворотній зв'язок, який порівнює параметри руху плавця з оптимальними модельними значеннями і характеристиками. Слід застосовувати «Генетичні алгоритми» які можуть забезпечувати оптимальну швидкість плавця при незначних енергетичних втратах. «Нейронні мережі» можуть використовуватися для прогнозування очікуваних результатів. Результати управління біомеханічним моделюванням можуть порівнюватися з емпіричними показниками, отриманими під час тренувального процесу чи під час змагальної діяльності. Ефективність методів управління біомеханічною моделлю оцінюється на основі покращення результатів спортсменів на змаганнях. Біомеханічне моделювання не є заміною традиційним методам тренування. Воно є додатковим інструментом, який дозволяє тренерам та спортсменам приймати більш обґрунтовані рішення та підвищувати ефективність тренувального процесу. У перспективі подальших досліджень ми вбачаємо вивчення можливостей біомеханічних моделей, розширення їхніх можливостей з аналізу та розробки нових алгоритмів управління, з урахуванням індивідуальних особливостей спортсменів, їхніх психологічних характеристик, корекції техніки плавця в режимі реального часу.

Література

1. Біомеханіка спорту / за заг. ред. А.М. Лапутіна. Київ : Олімпійська література, 2005. 320 с.
2. Жданова О.М. Основи управління сферою фізичної культури і спорту : навч. посіб. Львів. : ЛДУФК, 2017. 244 с.
3. Кашуба С. Біомеханіка просторової організації тіла людини : сучасні методи та засоби діагностики і відновлення. Київ. ЦНЛ. 768 с.
4. Лашко В.П. Плавання. Навчально-методичний посібник. Дніпропетровськ, 2015. 189 с.
5. Полатайко Ю. О. Плавання. Івано-Франківськ: Плай, 2004. 259 с.
6. Пристосування організму людини до спортивних навантажень плавання: [монографія] / В. М. Чернов. Львів: [ЛДІФК], 1998. 29 с.
7. Язловецький В. Біомеханіка фізичних вправ. Навчальний посібник для студентів факультетів фізичного виховання педагогічних університетів. Кіровоград : РВВ КДПУ ім. В. Винниченка 2003. 140 с.