23. Weir, J. P., Vincent, W. J. (2020). *Statistics in Kinesiology.* Champaign: Human kinetics.
24. Wilmore, J. H., Costill, D. L., & Kenney, L. W. (2022). *Physiology of sports and exercise*. 5th ed. Champaign, IL: Human Kinetics.

DOI: https://doi.org/10.31392/UDU-nc.series15.2025.02(187).06
УДК 796.8:796.015.1

Бейгул І.О.
кандидат наук з фізичного виховання і спорту, доцент,
доцент кафедри фізичної культури і спорту
Дніпровський державний технічний університет, м. Кам'янське
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3892-6023
Бейгул О.М.
кандидат наук з фізичного виховання і спорту, доцент,
доцент кафедри фізичної культури і спорту
Дніпровський державний технічний університет, м. Кам'янське
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6755-138X
Лисяк Д.С.
здобувач гр. ФІС-24-1ду
Дніпровський державний технічний університет, м. Кам'янське

БІОМЕХАНІЧНІ АСПЕКТИ ВИКОНАННЯ ВИВЕДЕННЯ СПОРТСМЕНА З РІВНОВАГИ У БОРОТЬБІ ДЗЮДО

У статті розглянуто питання про необхідність урахування закономірностей спортивної біомеханіки в дзюдо. Показано, що уся рухова діяльність людини взагалі, у будь-якому виді спорту, зокрема у боротьбі дзюдо складається з рухових дій, рухові дії складаються з рухів окремими частинами тіла. Спортивна біомеханіка розглядає і рухові здібності людини, і її рухові можливості, і її рухові прояви. Розглянуто виведення спортсмена з рівноваги, розгойдуючи вперед-назад, виведення з рівноваги, розгойдуючи в сторони, виведення з рівноваги скручуванням вперед-у сторони і назад-у сторони. Встановлено, що спортивна біомеханіка та боротьба дзюдо тісно пов'язані між собою, надаючи тренерам і спортсменам інструменти для глибшого розуміння рухів та їхнього впливу на організм. Правильне розуміння біомеханіки допомагає спортсменам і тренерам оптимізувати техніку і технічні навички, знижуючи навантаження на суглоби і м'язи. З використанням знань спортивної біомеханіки можна зробити боротьбу безпечнішою та ефективнішою, а також допомогти борцям досягти видатних результатів у цьому захопливому виді спорту.
***Ключові слова**: спортивна біомеханіка, дзюдо, виведення з рівноваги, рухи, спортсмен.*

***Beihul I.O., Beihul O.M., Lysiak D.S. Biomechanical aspects of the performance of the removal of the athlete from balance in judo wrestling.** The article deals with the need to take into account the laws of sports biomechanics in judo. Sports biomechanics in judo is an integral part of the training process, allowing wrestlers and their coaches to develop and improve their movements, understand movements at a deeper level, which contributes to increased performance and safety in this sport. The purpose of the study is to consider the biomechanical regularities of the execution of techniques of unbalancing in judo wrestling. Research methods: analysis of scientific and methodological literature; study and generalisation of leading pedagogical experience; pedagogical observations. Results. It is shown that all human motor activity in general, in any sport, in particular in judo wrestling, consists of motor actions, motor actions consist of movements of individual body parts. Sports biomechanics considers the motor abilities of a person, his/her motor capabilities, and his/her motor manifestations. The article considers the removal of an athlete from balance by swinging back and forth, removal from balance by swinging to the sides, removal from balance by twisting forward and backward and backward. It has been established that sports biomechanics and judo wrestling are closely related, providing coaches and athletes with tools for a deeper understanding of movements and their impact on the body. Conclusions. A proper understanding of biomechanics helps athletes and coaches optimise technique and technical skills, reducing stress on joints and muscles. Using the knowledge of sports biomechanics can make wrestling safer and more efficient, and help wrestlers achieve outstanding results in this exciting sport.*
***Key words**: sports biomechanics, judo, unbalancing, movements, athlete.*

Постановка проблеми. Аналіз останніх досліджень і публікацій. Уся рухова діяльність людини взагалі, у будь-якому виді спорту складається з рухових дій, які завжди мають мету, певний сенс. Рухові дії складаються з рухів окремими частинами тіла – «система рухів» (рухи рук, ніг, тулуба, голови тощо). Активне збереження стійкого стану є певна система рухів, так само як і порушення його [3; 8]. Якщо дзюдоїст знаходитиме і здійснюватиме мету в кожному русі, то дії його краще приводитимуть до неї. Загальним завданням рухової дії є ефективне докладання сил для більш досконалого досягнення поставленої мети. Для цього необхідно знайти досконалі способи рухових дій і навчитися їх виконувати [1; 5; 7].

Знання закономірностей спортивної біомеханіки дає змогу об'єктивізувати аналіз як техніки спортивних рухових дій, тобто тієї схеми системи рухів тіла і рухів, реалізацією якої спортсмен хоче досягти бажаного рухового результату, так і її реалізації, тобто перетворення на систему реальних рухів тіла і рухів, виконання рухових дій. Спортивна біомеханіка розглядає і рухові здібності людини, і її рухові можливості, і її рухові прояви. Науковці дають змогу визначити оптимальні кути, силу та швидкість, що призводить до поліпшення техніки та спортивних результатів [2; 4; 5].

Спортивна біомеханіка в дзюдо є невід'ємною частиною процесу тренувань, даючи змогу борцям та їхнім тренерам розробляти й удосконалювати свої рухи, розуміти рухи на глибшому рівні, що сприяє підвищенню продуктивності та безпеки в цьому виді спорту.

Мета дослідження – розглянути біомеханічні закономірності виконання прийомів виведення з рівноваги у боротьбі дзюдо.

Методи дослідження: аналіз наукової та методичної літератури; вивчення та узагальнення провідного педагогічного досвіду; педагогічні спостереження.

Виклад основного матеріалу дослідження. Техніко-тактична підготовленість є вирішальним фактором спортивних досягнень дзюдоїстів, техніко-тактичні дії – це основний засіб ведення спортивної боротьби. Фундамент техніко-тактичної майстерності створює початкова техніко-тактична підготовленість. Спортивна біомеханіка дає змогу аналізувати ці аспекти, визначати індивідуальні особливості кожного спортсмена й оптимізувати техніку та технічні навички [1; 6].

Виведення з рівноваги, розгойдуючи вперед-назад. Це виведення ще називають ривком і поштовхом. Але ці терміни нічого не говорять про напрямок сил для виведення. Ривок і поштовх можуть бути виконані руками, ногами, тулубом у будь-який бік. Ясно лише одне, що ривок це до себе, а поштовх від себе. Але якщо той, хто виводить, перебуває позаду, то напрямки виведення під час ривка і поштовху змінюються.

Назва розгойдуючи (згинаючи) вперед говорить про те, що сили виведення діють вперед. Вперед-у сторону, це означає, що одна сила вперед, а інша в сторону і т. д. (рис. 1).

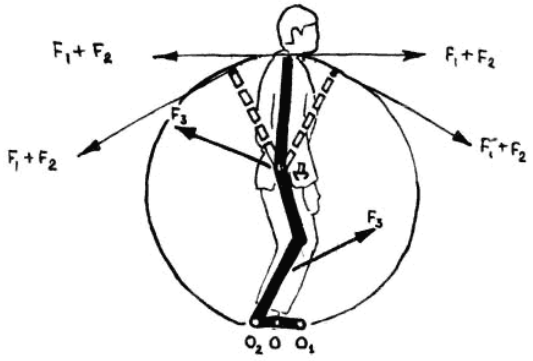

Рис. 1

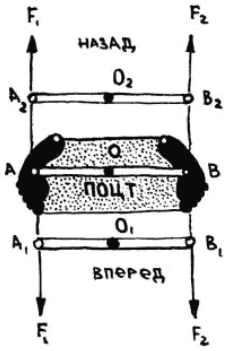

Рис. 2

На рис. 2 показано напрямки дії сил і місце їхнього докладання під час виведення вперед і назад. Сили, прикладені до осі плечей АВ, виводять її за передній або задній край площі опори (ПО). Проекція загального центру тяжіння (ПЗЦТ) залежно від напрямку прикладених сил виходить за ПО у напрямку вперед або назад.

Можливі рухові дії спортсмена при виведенні з рівноваги вперед:

1) упасти на груди;

2) нахилитися і скластися в попереку, відновлюючи рівновагу;

3) виконати крок правою або лівою ногою вперед, повернути лінію плечей і поєднати її з ПО, зберігаючи стійкість;

4) виконати два кроки вперед, підводячи ПО під виведену лінію плечей, відновлюючи рівновагу і зберігаючи фронтальну стійку.

Розглянемо рухову дію – збереження рівноваги завдяки двом крокам і підведенню ПО під виведену лінію плечей. У цьому випадку для виконання технічної дії (кидка) потрібно перегородити шлях відновленню рівноваги і докласти силу F_3 для створення точки підбиття і перевороту тіла. Ця сила повинна бути прикладена якомога ближче до загального центру тіла (ЗЦТ), для найбільш ефективного його перевороту через голову і падіння на спину. Сила F_3 – це підбиття стопою в кидку з упором стопи в живіт, тазом у кидку через стегно, грудьми в кидку через груди і т. д. Місце докладання сили F_3 є точкою підбиття.

Виведене назад тіло не потрібно перевертати, і тому сила F_3 може бути застосована в будь-якому місці нижче ЗЦТ з метою перегородження шляху відновлення рівноваги. Чим нижче місце її прикладання, тим більше вона ефективна.

Виведене назад тіло, у зв'язку з обмеженою рухливістю при згинанні назад, падаючи, може утворити «міст». У дзюдо падіння на «міст» захистом не вважається і тому оцінюється як падіння на спину, або покаранням спортсмена.

У цьому способі виведення, сили F_1 і F_2 від початку виведення до підбиття прикладаються до лінії плечей по дотичній до кола, діаметром якого буде відстань від ПО до точок прикладання сил виведення.

У зв'язку з протилежним напрямком сил під час виведення вперед і назад, спроба вивести вперед буде підготовкою для виведення назад і навпаки, з чого і виходить розгойдування вперед-назад і комбінування технічних дій у цих напрямках.

Виведення з рівноваги, розгойдуючи в сторони. Напрямки дії сил під час виведення цим способом показано на рис. 3.

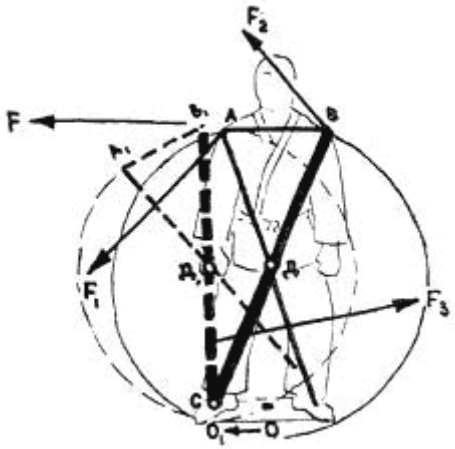

Рис. 3

Сила F_1, прикладена до руки, спрямована в сторону-вниз під кутом 45^0 від вертикальної осі тіла. Ця сила фіксує стопу, через яку відбувається виведення. Сила F_2, прикладена до плеча, спрямована в сторону-вгору під кутом 45^0 до вертикальної осі тіла. Складова цих двох сил, сила F, за правилом паралелограма, буде спрямована в сторону по дотичній до кола з діаметром, що дорівнює лінії ВС.

При такому положенні сил створюється лінія напруження ВС з моментальним центром обертання в точці С. Проекція ЗЦТ (точка О) переміщується за площу опори у напрямку в сторону, у точку O_1 (відбувається ніби перекочування кола).

Чому створюється лінія напруження? Під час згинання в сторону і скручування тіла відносно його вертикальної осі (хребта) в точці Д (центр виведення) ці рухи обмежені можливостями з'єднання хребта й крижів. І якщо врахувати, що сила F_2 фіксує стопу, через яку відбувається виведення, то стає зрозумілим, чому створюється лінія напруження.

Коли під впливом сил лінія напруження досягне своєї вертикалі і набуде положення B_1C_1, відбудеться виведення з рівноваги, і для кидка необхідно докласти силу F_3 – виконати підбив. У цьому разі виведення відбувається через бічну частину стопи.

Підбиття, під час виведення і кидків убік, може виконуватися в будь-якому місці лінії напруги, але, бажано, нижче точки $Д_1$. Чим нижче місце підбиття, тим воно ефективніше.

Якщо лінія напруження пройшла вертикаль, то можливе підбиття у вигляді підніжки, а якщо сил виведення не вистачає і лінія напруження не досягає вертикалі, то необхідне більш інтенсивне підбиття, яким є рубання (у підхватах). У тому випадку, коли від прикладених сил тіло не вийшло з рівноваги, змінивши напрямок сил на протилежний, ми отримаємо виведення в іншу сторону. Змінюючи напрямок зусиль у такий спосіб, ми отримуємо розгойдування в сторони і можливість комбінування технічних дій у цих напрямках.

Якщо під час спроби виведення в сторону змінити напрямок дії сили F_1, спрямувавши її вперед-вниз під кутом 45^0, вийде виведення з рівноваги скручуванням у напрямку вперед у сторону.

Виведення з рівноваги скручуванням вперед-у сторони і назад-у сторони. Напрямок сил під час виведення цим способом показано на рис. 4. Скручуванням лінії плечей АВ, у точці Д, відносно площі опори, відбувається виведення вперед-у сторони і назад-у сторони. Таке виведення іноді називають скручуванням по вертикальному колу.

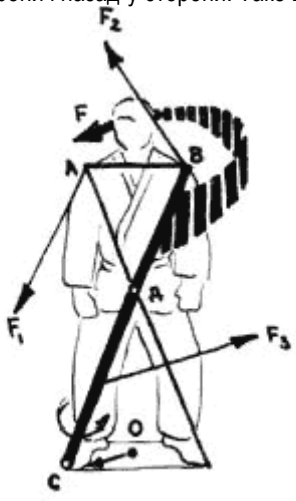

Рис. 4

Під час виведення вперед-у сторону сила F_1 спрямована вперед-вниз під кутом 45^0 до опори, сила F_2 спрямована у сторону-вгору під кутом 45^0 до вертикальної осі тіла. Складова цих сил, сила F, діятиме вперед-у сторону.

За такої дії сил створюється лінія напруження ВС, проекція ЗЦТ (точка О) рухається від центру ПО у напрямку до точки С. За обмеженого повороту тіла в точці Д, центр виведення переходить точку С, де створюється моментальний центр обертання тіла. Обертання відбувається навколо лінії напруги і виведення відбудеться через передню частину стопи. Напрямок руху точки О утворює напрямок виведення вперед-у сторону.

Силу F_3 (підбиття) можна прикладати в будь-якій точці лінії напруги, але чим ближче до площі опори, тим її дія буде ефективнішою. Силу F_3 можливо прикладати не до лінії напруження, а до вільної від опори кінцівки. За такого прикладання її дія посилює обертання тіла навколо лінії напруження. Прикладом такого прикладання сил є кидок підхопленням зсередини.

Під час виведення назад-у сторону сила F_1 спрямована назад-вниз під кутом 45^0 до площі опори, а сила F_2 у сторону-вгору під кутом 45^0 до вертикальної осі тіла. Складова цих сил, сила F, діятиме у напрямку назад-у сторону. Тіло обертатиметься навколо лінії напруження, а моментальний центр обертання (точка С) переміститься до п'яти стопи. Проекція ЗЦТ рухається від центру ПО у напрямку назад-у сторону. Докладання сили F_3 можливе як до лінії напруження, так і до вільної від опори кінцівки.

Висновки. Спортивна біомеханіка та боротьба дзюдо тісно пов'язані між собою, надаючи тренерам і спортсменам інструменти для глибшого розуміння рухів та їхнього впливу на організм. Правильне розуміння біомеханіки допомагає спортсменам і тренерам оптимізувати техніку і технічні навички, знижуючи навантаження на суглоби і м'язи. З використанням знань спортивної біомеханіки можна зробити боротьбу безпечнішою та ефективнішою, а також допомогти борцям досягти видатних результатів у цьому захопливому виді спорту.

Перспективи подальших досліджень. Подальші наші дослідження будуть спрямовані на вивчення дій спортсменів для покращення стійкості.

Література

1.Ананченко К.В., Хацаюк О.В., Загура Ф.І., Огньова Л.Ю. Вдосконалення техніко-тактичної підготовленості дзюдоїстів 17-18 років. Єдиноборства. 2020. № 2. С. 4-13.

2.Камаєв О.І., Тропін Ю.М., Арнаут В.Ю. Біомеханічний аналіз виконання технічних дій у спортивній боротьбі. Проблеми і перспективи розвитку спортивних ігор і єдиноборств у вищих навчальних закладах. Збірник статей XV міжнародної наукової конференції. 2019. Том 1. С. 32-35.

3.Ячнюк М.Ю. Біомеханіка рухових дій: навч.-метод. посіб. Чернівці: Чернівец. нац. ун-т ім. Ю. Федьковича. 2023. 172 с.

4.Attilio Sacripanti. Biomechanical revision of the principles of Dr. Jigorō Kano's jūdō kōdōkan. Medicina dello Sport. 2012. 65(2):265-81.

5.Attilio Sacripanti. JUDO Biomechanical Science For IJF Academy (Special Edition). 2021. 628 p.

6.Liu, L., Deguchi, T., Shiokawa, M., Hamaguchi, K., & Shinya, M. (2022). A kinetic analysis of the judo osoto-gari technique: relationship to sweeping leg velocity. Sports Biomechanics, 7:1-17. doi: 10.1080/14763141.2022.2125432.

7.Richard Bowen. Kuzushi, Tsukuri and Kake in Kodokan Judo Llŷr Jones. Kano Society Bulletin. 2018. 37: 1-5.

8.Susan J. Hall. Basicbiomechanics / Susan J. Hall, Ph.D., College of Health Sciences, University of Delaware.– Seventh edition. 2015. 539 p.

References

1.Ananchenko K.V., Khatsayuk O.V., Zahura F.I., Ohnova L.Yu. (2020). Vdoskonalennya tekhniko-taktychnoyi pidhotovlenosti dzyudoyistiv 17-18 rokiv. Yedynoborstva. № 2. S. 4-13.

2.Kamayev O.I., Tropin Yu.M., Arnaut V.Yu. (2019). Biomekhanichnyy analiz vykonannya tekhnichnykh diy u sportyvniy borotbi. Problemy i perspektyvy rozvytku sportyvnykh ihor i yedynoborstv u vyshchykh navchalnykh zakladakh. Zbirnyk statey KhV mizhnarodnoyi naukovoyi konferentsiyi. Tom 1. S. 32-35.

3.Yachnyuk M.Yu. (2023). Biomekhanika rukhovykh diy: navch.-metod. posib. Chernivtsi: Chernivets. nats. un-t im. Yu. Fedkovycha. 172 s.

4.Attilio Sacripanti. Biomechanical revision of the principles of Dr. Jigorō Kano's jūdō kōdōkan. Medicina dello Sport. 2012. 65(2):265-81.

5.Attilio Sacripanti. JUDO Biomechanical Science For IJF Academy (Special Edition). 2021. 628 p.

6.Liu, L., Deguchi, T., Shiokawa, M., Hamaguchi, K., & Shinya, M. (2022). A kinetic analysis of the judo osoto-gari technique: relationship to sweeping leg velocity. Sports Biomechanics, 7:1-17. doi: 10.1080/14763141.2022.2125432.

7.Richard Bowen. Kuzushi, Tsukuri and Kake in Kodokan Judo Llŷr Jones. Kano Society Bulletin. 2018. 37: 1-5.

8.Susan J. Hall. Basicbiomechanics / Susan J. Hall, Ph.D., College of Health Sciences, University of Delaware. – Seventh edition. 2015. 539 p.