

## АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ РУХОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПРИ ВИКОНАННІ ГОЛЬФ-СВІНГУ З ПОГЛЯДУ БІОМЕХАНІКИ М'ЯЗІВ

У роботі проведено огляд літературних джерел та узагальнена інформація щодо біомеханічних аспектів виконання рухових дій в гольфі. Оскільки, одним із найважливіших елементів в гольфі є свінг, то увага тренерів сконцентрована на формуванні правильної моделі виконання рухових дій та навичок правильного замаха. Аналіз науково-методичної літератури показав, що при виконанні свінгу характерна висока швидкість руху ланок тіла та великі ударні навантаження на опорно-руховий апарат спортсмена. За цією причиною навчання помилковим рухам у гольфі може призвести до ще більших навантажень на опорно-руховий апарат.

Проведено аналіз біомеханіки замаха та вивчено основні фази свінгу: замах, розгін, удар, гальмування та завершення. Досліджено, що для створення якісного замаха при виконанні свінгу, гравці переважно використовують рухи відведення-приведення та пронації-супінації які не є анатомічно зручними для виконання спортсменом. Фактором, який ускладнює задачу контролю правильності виконання рухових дій гравця в гольф в процесі виконання свінгу, є відхилення загального центру мас від початкового положення.

Виявлено потрібні групи м'язів, що потребують спеціальної фізичної підготовки з урахуванням біомеханіки та формування правильної моделі виконання рухових дій на кожній окремій фазі. На думку авторів, для покращення технічного виконання гольф-свінгу потрібно зосередитись на тренуваннях, які містять вправи для розвитку гнучкості та рухливості суглобів, балансу і пропріоцепції (сприйняття або усвідомлення положення і руху тіла).

Подальші дослідження можуть бути присвячені розробці програми спеціальної фізичної підготовки для розвитку фізичної форми гравців в гольф, які направлені на розвиток гнучкості та покращення рухливості суглобів, а також на збільшення сил м'язів, які беруть участь для підтримки рівноваги на всіх етапах виконання свінгу.

**Ключові слова:** біомеханіка гольфу, аналіз рухів, етапи свінгу в гольфі, м'язи та суглоби

Гольф є популярним видом спорту, в усьому світі ним займаються приблизно 55 мільйонів гравців [1]. В роботі [2] було проведено узагальнення наукових досліджень, де було визначено вплив гри в гольф на фізичний та психічний стан здоров'я людини. Було доказано, що гра в гольф покращує як рівень фізичної активності, так і зміцнює психічне здоров'я людини.

В Україні гольф також набуває популярності та приваблює гравців майже всіх віків і соціально-економічних груп [3, 4]. Враховуючи той факт, що до занять гольфом проявляють інтерес різні вікові групи, тренери під час підготовки гравців повинні брати до уваги особливості, пов'язані з їх віком, антропометричними даними та загальним фізичним станом.

Одним із найважливіших елементів в гольфі є свінг. Для покращення продуктивності та якості його виконання, увага тренерів сконцентрована не тільки на стан фізичної підготовки, гнучкості спортсменів, вміння тримати рівновагу, а також на формуванні правильної моделі виконання рухових дій під час свінгу та навички правильного розмахування ключкою.

Якщо звернути увагу на те, як різні гравці виконують свінг, можна помітити, що кожен свінг є унікальним. З особистої практики роботи тренером з гольфу, автор зробив висновки, що зазвичай аматори відпрацьовують універсальну модель виконання свінгу, це відноситься і до деяких професійних гравців. Як результат, якість та техніка виконання свінгу не приводить до очікуваного результату. Це доводить той факт, що якісний свінг не можливо напрацювати лише копіюванням стандартних рухів. Тренерам потрібно звертати увагу на те, що кожен спортсмен має лише свої унікальні біомеханічні ланки тіла і як результат унікальний діапазон доступних рухів в суглобах.

**Метою статті** є біомеханічний аналіз фаз рухових дій при виконанні гольф-свінгу та вивчення біомеханічних положень гравця в даних фазах свінгу. Для формування правильної моделі виконання рухових дій на кожній окремій фазі виявити потрібні групи м'язів, які включені в роботу на кожній окремій фазі та потребують спеціальної фізичної підготовки.

За останні 60 років техніка виконання свінгу еволюціонувала, що дозволяє гравцям у гольф максимально використовувати переваги сучасного обладнання для гри в гольф та покращувати свої результати. На відміну від плавного та ритмічного класичного замаха (рис. 1 а), сучасний замах у гольфі (рис. 1 б) навантажує м'язи та суглоби хребта іншим способом, що створює потужний та ефективний удар [5, 6].

Щоб проаналізувати біомеханіку замаха, необхідно визначити фази замаха в гольфі. Тренери та дослідники зазвичай виділяють п'ять фаз свінгу: замах (відведення), розгін (приведення), удар, гальмування та завершення [7].

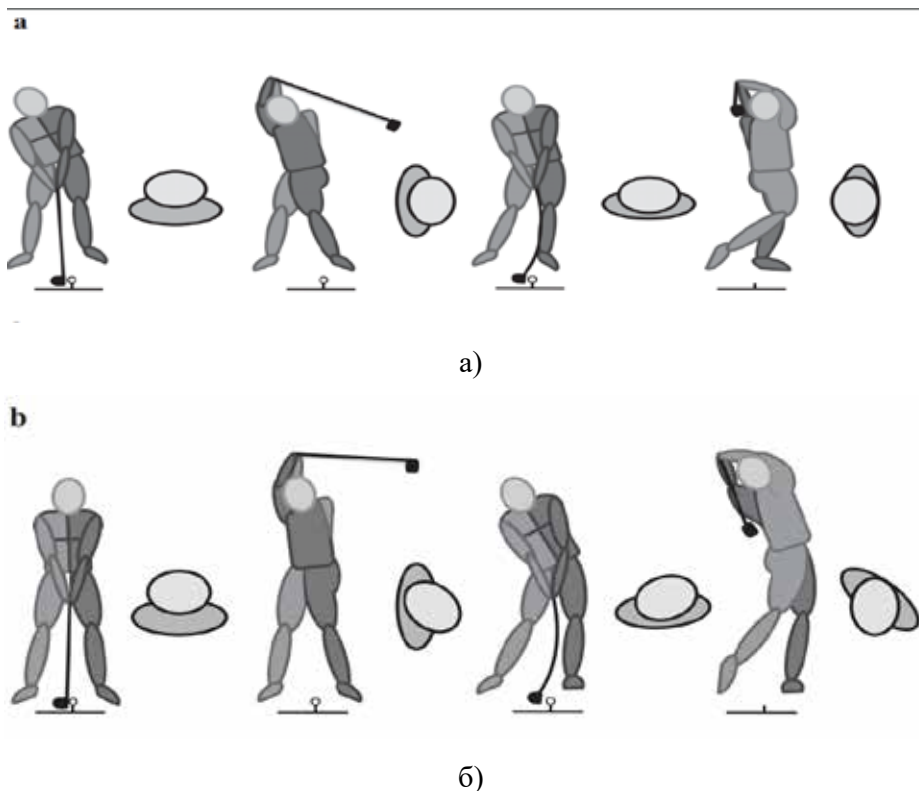


Рис. 1. Схематичне зображення класичного замаху (а) та сучасної техніки замаху (б) при виконанні свінгу. Темний та світлий еліпси зображують орієнтацію верхньої частини грудної клітини та тазу відповідно на кожному з етапів замаху

Джерело: зображення створено на основі роботи авторів Hosea & Gatt [6]

Для досконалого вивчення техніки виконання гольф-свінгу та кращого усвідомлення біомеханічних основ виконання замаху, дослідники [8] пропонують розділити вищевказані фази ще на дві або три підфази. Таким чином, маємо фазовий склад гольф-свінгу, який складається з дев'яти кроків (див. рис. 2):

- **Відведення (Take away)**, відповідне початку махового руху.
- **Середній замах (Mid-backswing)**, визначається, коли ключка знаходиться горизонтально.
- **Пізній замах (Late-backswing)**, визначається, коли ключка розташована вертикально.
- **Вершина замаху (Top of backswing)**, визначається як момент, коли швидкість головки ключки починає змінювати напрям і рухатися вниз і вперед.
- **Ранній даунсвінг (Early downswing)**, визначається, коли ключка знаходиться у вертикальному положенні.
- **Середній даунсвінг (Mid-downswing)**, визначається, коли ключка знаходиться горизонтально.
- **Контакт з м'ячем або удар (Ball contact or impact)**, визначається, коли головка ключки вдаряє по м'ячу.
- **Середнє проходження**, визначається коли ключка займає горизонтальне положення під час фази проходження.
- **Фініш**, визначається як кінець руху, як правило, ключка знаходиться в горі та позаду тіла.

Анатомічно ігрові дії в гольфі, можна представити у вигляді сукупності 18-20 елементарних рухів кінцівок та тулуба, серед яких 4 рухи згинання – розгинання та 14-16 рухів відведення – приведення та пронації – супінації (див. Таблицю 1) [9].

Як видно з таблиці 1, для формування рухової дії гравці переважно використовують рухи відведення-приведення та пронації-супінації, що додає труднощі в навчанні, оскільки вони не є анатомічно зручними для виконання. Крім того, на відміну від багатьох інших видів спорту з ключкою і м'ячем, рухи в гольфі характеризуються невеликими переміщеннями загального центру мас спортсмена (до 20 см від вихідного). Ці фактори ускладнюють задачу контролю правильності виконання рухів спортсменом.

Під час тренувань, тренери з гольфу більшість часу приділяють увагу контролю розташування біолоанок гравця на стадії замаху. Як доведено дослідниками [10], середньостатистичні та навіть висококваліфіковані гравці в гольф витрачають дуже мало часу на даунсвінг (завершальну фазу свінгу). Відмічено, що під час фітнес-тренувань більшість гравців у гольф не працюють над розвитком адекватних рухів у всьому своєму тілі. Однак багато гравців у гольф можуть бути не в змозі належним чином досягти позицій, яких хоче

тренер з гольфу. Якщо позитивних змін не спостерігається, результатом є розчарування як для гравців, так і для тренера, що може призвести до травм і поганої результативності. Коли гравці в гольф підвищують свою мобільність відповідно до руху, який інструктор намагається змусити їх створювати під час замаху, можна витратити більше часу на вивчення фаз даунсвінгу, удару та завершальної фази.

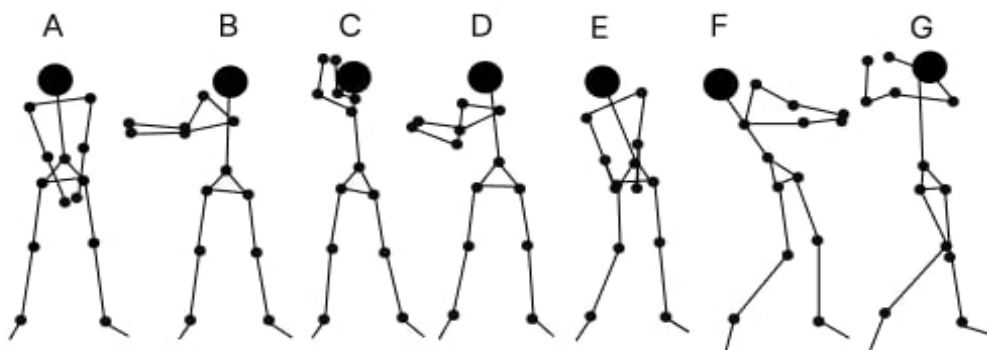


Рис. 2. Послідовність махів у гольфі [7]: початок замаху (A), середина маху назад (B), верхня частина маху назад (C), середина частина руху вниз (D), удар (E), середина проведення (F), фініш (G)

Таблиця 1

**Фазовий склад ударного руху в гольфі (для гравців з правосторонньою стійкою)**

| замах                                  | розгін                                | гальмування   |
|--|---------------------------------------|---|
| 1. Відведення верхніх кінцівок         | 1. Супінація гомілки та стегна (ліві) | 1. Пронація та розгинання гомілки та стегна (праві) |
| 2. Відведення кистей                   | 2. Розгинання плечей                  | 3. Супінація та розгинання гомілки та стегна (ліві) |
| 3. Пронація гомілки та стегна (ліві)   | 3. Супінація тулуба                   | 3. Відведення верхніх кінцівок                      |
| 4. Супінація гомілки та стегна (праві) | 4. Приведення верхніх кінцівок        | 4. Пронація кистей                                  |
| 5. Пронація тулуба                     | 5. Приведення кистей                  | 5. Розгинання тулуба                                |
| 6. Згинання плечей                     |                                       | 6. Згинання плечей                                  |
|  |                                       | 7. Згинання кистей                                  |

Як правило, тренери з гольфу зосереджують свою увагу на спробах змінити техніку рухових дій при виконанні свінгу, але не звертають увагу на існуючі рухові можливості гравця, які потрібно теж розвивати. Це означає, що тренери не використовують свої знання з анатомії, біомеханіки м'язів та кінематики рухів, а також не звертають увагу на працездатність суглобів для оцінки рівня техніки виконання рухів та можливостей своїх спортсменів. Без розуміння роботи тіла та кінематики його рухів вдосконалити якість виконання свінгу та удару по м'ячу неможливо.

Згідно з табл. 1 розглянемо як працюють головні м'язи та суглоби на різних етапах виконання повного гольф-свінгу. Це допоможе виявити м'язи, які потребують додаткового розвитку за допомогою тренувань в залі та розробити фітнес-тренування для гравців в гольф. Розглянемо біомеханіку м'язів та рухів гравця з правосторонньою стійкою.

**Фаза замаху**, виконується з невеликим навантаженням м'язів всього тіла. На цьому етапі важливо вміти утримувати рівновагу, усвідомлювати положення і рух тіла (пропріоцепція) та звертати увагу на рухливість суглобів. Деякі м'язи забезпечують стабільне положення гравця таким чином, щоб інші могли максимізувати свій рух.

Маючи достатню зовнішню ротацію та ретракцію комплексу правого плеча, а також відведення, внутрішню ротацію та протракцію лівого плеча при володінні достатньою кількістю внутрішнього обертання стегна, зовнішня ротація лівого стегна та обертання хребта важливіше, ніж те, наскільки сильні великі групи м'язів.

Під час замаху гравець у гольф навантажує чотириголовий м'яз, середній сідничний та великий сідничний м'язи й косі м'язи на етапі положення гравця в вершині фази замаху. Коли ці м'язи працюють ефективно, найширші м'язи спини, підостна, ромбоподібні, косі та багатогранні м'язи можуть правильно розтягуватися, щоб досягти правильного та повного положення підйому.

Якщо гравець у гольф не може переміститися в бажану позицію і залишатися у рівновазі під час замаху, це буде негативно впливати на наступні фази гольф-свінгу, незалежно від сили м'язів або вибухової активності цього спортсмена.

**Перехід від підйому до опускання (даунсвінг)** вимагає гарної координації та вміння рухати нижньою частиною тіла та тазом окремо від верхньої. Гравець в гольф ініціює перехід між цими двома фазами свінгу, переміщаючи нижню частину тіла в положення, щоб забезпечити найбільшу ефективність м'язів. Однією

з головних цілей є розташувати ліве коліно над зовнішньою стороною лівої стопи (для гравця з правосторонньою стійкою). Це дозволяє гравцеві в гольф правильно розташовувати чотириголовий м'яз та підколінні м'язи для скорочення та випрямлення коліна, велику сідницю та підколінні сухожилля для скорочення та розгинання стегна, а також м'язів обертальної манжети стегна (грушоподібної, середньої та малої сідниць та обтураторів) скорочуватися, щоб створити початковий зовнішній поворот стегна, необхідний для правильного положення коліна, забезпечення бічної стабільності стегна та забезпечення відносного внутрішнього обертання тазостегнового суглоба, все на лівій нозі зі сторони цілі.

Досліджувана нога використовує чотириголовий м'яз, великий привідний м'яз, підколінне сухожилля, великий сідничний м'яз та литковий м'яз, щоб створити розгинання коліна, розгинання стегна та підшовне згинання щиколотки, щоб допомогти перенести вагу гравця в гольф на ліву ногу. Активація м'язів ніг допомагає тиснути гравцю в гольф на землю і розташуватись так, щоб руки могли рухатися в зручне положення і створювати бажані кути атаки.

У корі тулуба косі м'язи й великий поперековий м'яз сильно активуються, створюючи положення, коли стегна гравця в гольф рухаються через розгинання, таз нахилиється відносно назад, а грудна клітка залишається над м'ячем. Найширші м'язи спини з лівого боку (для гравця з правосторонньою стійкою) допомагають притягнути гравця в гольф на бік цілі, одночасно протидіють силі, яка створюється грудними м'язами з обох боків тіла гравця в гольф.

**Продовження руху після нанесення ключкою удару по м'ячу (завершальна фаза)** дозволяє тілу, зокрема рукам, уповільнювати удар. Ця фаза гольф-свінгу дуже важка, оскільки м'язи повинні працювати переважно внаслідок ексцентричних скорочень, щоб уповільнити тіло. Вся м'язова група тулуба гравця в гольф – сідниці, косі м'язи, квадратний м'яз попереку, великий поперековий м'яз, а також поперечний і прямий м'язи живота – працюють на максимальній потужності, створюючи силу та сповільнюючи тіло. Найширший м'яз спини та м'язи, які стабілізують лопатку до хребта та грудної клітки (передній зубчастий м'яз, ромбоподібні м'язи, м'язи, що підіймають лопатки), а також м'язи-обертачі (надостний, підостний, малий, підлопатковий) допомагають захистити плечовий суглоб від наближення до свого кінцевого діапазону руху під високою швидкістю.

Викладене свідчить, що в програму спеціальної фізичної підготовки гравця в гольф потрібно включати вправи, які направлені на підвищення гнучкості та рухливості суглобів спортсмена.

**Висновки.** Аналіз науково-методичної літератури показав, що при виконанні свінгу характерна висока швидкість руху ланок тіла та великі ударні навантаження на опорно-руховий апарат спортсмена. За цією причиною навчання помилковим рухам у гольфі може призвести до ще більших навантажень на опорно-руховий апарат.

Було вивчено фази рухових дій та аналіз біомеханічних положень гравця в гольф при виконанні гольф-свінгу та на основі отриманих даних виявлено потрібні групи м'язів, що потребують спеціальної фізичної підготовки з урахуванням біомеханіки та формування правильної моделі виконання рухових дій на кожній окремій фазі.

Виявлено, що для покращення технічного виконання гольф-свінгу гравцям в гольф потрібно зосередитись на фітнес тренуваннях, які містять вправи для розвитку рухливості, балансу і пропріоцепції (сприйняття або усвідомлення положення і руху тіла). Покращення контролю свого тіла спортсменом призводить до кращої техніки за менший час і з меншою ймовірністю травм.

**Перспективи подальших досліджень** полягають у розробці програми спеціальної фізичної підготовки для розвитку фізичної форми гравців в гольф, які направлені на гнучкість та покращення рухливості, а також рівновагу та стабільність.

#### **Використана література:**

1. Bertram C. P., Grosser L., Guadagnoli M. A. Getting the “feel” for it: The effects of kinesthetic practice on golf swing performance. In D. Crews & R. Lutz (Eds.), Science and Golf V: Proceedings of the world scientific congress of golf, 2008. p. 279-285.
2. Волколуп П. М., Долгополова Н. В. Вплив гри в гольф на фізичний та психічний стан здоров'я людини. Фізична реабілітація та рекреаційно-оздоровчі технології, 7(1), 2022. С. 30–33. <https://doi.org/10.15391/prtth.2022-7.07>
3. Степанова І. В., Федоренко Є. О. Організаційно-методичні засади рекреаційно-оздоровчої рухової активності різних груп населення. навч. посібник [для студ. вищ. навч. закладів]. Дніпро : Інновація, 2016. 194 с.
4. American sports data. Trends in U.S physical fitness behavior. 2006. URL : <http://www.americansportsdata.com>.
5. Bourgain M., Hybois S., Thoreux P., Rouillon O., Rouch P., Sauret C. Effect of shoulder model complexity in upper-body kinematics analysis of the golf swing. Journal of Biomechanics. 2018, 75. p. 154–158.
6. Hosea T. M., Gatt C. J. Jr. Back pain in golf. Clinics in Sports Medicine. Jan;15(1) 1996. p. 37-53.
7. Cann A. P., Vandervoort A. A., Lindsay D. M. Optimizing the benefits versus risks of golf participation by older people. Journal of Geriatric Physical Therapy, 28(3), 2005. p. 85-92.
8. Ball K., Best R. Centre of pressure patterns in the golf swing: Individual-based analysis. Sports Biomechanics. 11, 2012. p. 175–189.
9. Rose G. TPI Golf Biomechanics, Oceanside, CA: TPI, 2008
10. Marsan T., Thoreux P., Bourgain M., Rouillon O., Rouch P., Sauret C. Biomechanical analysis of the golf swing: methodological effect of angular velocity component on the identification of the kinematic sequence. Acta of Bioengineering and Biomechanics. 21(2), 2019. P. 115-120.

**References:**

1. Bertram C. P., Grosser L., Guadagnoli M. A. Getting the “feel” for it: The effects of kinesthetic practice on golf swing performance. In D. Crews & R. Lutz (Eds.), *Science and Golf V: Proceedings of the world scientific congress of golf*, 2008. p. 279-285.
2. Volkolup P. M., Dolhopolova N. V. (2022) Vplyv hry v holf na fizychnyi ta psykhični stan zdorovia liudyny [The influence of playing golf on the physical and mental state of human health]. *Fizychna reabilitatsiia ta rekreatsiino-ozdorovchi tekhnolohii*, 7(1). 30–33 s. URL: <https://doi.org/10.15391/prht.2022-7.07> [in Ukrainian]
3. Stepanova I. V., Fedorenko Ye. O. (2016) Orhanizatsiino-metodychni zasady rekreatsiino-ozdorovchoi rukhovoï aktyvnosti riznykh hrup naselennia. navch. posibnyk [Organizational and methodical principles of recreational and health motor activity of different population groups. education manual]. Dnipro: Innovatsiia, 194 s. [in Ukrainian]
4. American sports data. Trends in U.S physical fitness behavior. 2006. <http://www.americansportsdata.com>.
5. Bourgain M., Hybois S., Thoreux P., Rouillon O., Rouch P., Sauret C. Effect of shoulder model complexity in upper-body kinematics analysis of the golf swing. *Journal of Biomechanics*. 2018, 75. p. 154–158.
6. Hosea T. M., Gatt C. J. Jr. Back pain in golf. *Clinics in Sports Medicine*. Jan;15(1) 1996. p. 37-53.
7. Cann A. P., Vandervoort A. A., Lindsay D. M. Optimizing the benefits versus risks of golf participation by older people. *Journal of Geriatric Physical Therapy*, 28(3), 2005. p. 85-92.
8. Ball K., Best R. Centre of pressure patterns in the golf swing: Individual-based analysis. *Sports Biomechanics*. 11, 2012. p. 175–189.
9. Rose G. *TPI Golf Biomechanics*, Oceanside, CA: TPI, 2008
10. Marsan T., Thoreux P., Bourgain M., Rouillon O., Rouch P., Sauret C. Biomechanical analysis of the golf swing: methodological effect of angular velocity component on the identification of the kinematic sequence. *Acta of Bioengineering and Biomechanics*. 21(2), 2019. p. 115-120.

***Dolhopolova N., Volkolup P. Analysis of the features of motor activity when performing the golf swing from the point of view of muscle biomechanics***

*The work includes a review of literary sources and generalized information on the biomechanical aspects of performing motor actions in golf. Since one of the most important elements in golf is the swing, the coaches' attention is focused on the formation of the correct model of performing motor actions and the skills of the correct swing. The analysis of the scientific and methodological literature showed that the swing is characterized by a high speed of movement of the body parts and large impact loads on the athlete's musculoskeletal system. For this reason, learning the wrong golf swings can put even more strain on the musculoskeletal system.*

*An analysis of the biomechanics of the swing was carried out and the main phases of the swing were studied: backswing, downswing, impact, follow-through and finish position. It has been studied that in order to create a high-quality swing when performing a swing, players mainly use abduction-adduction and pronation-supination movements, which are not anatomically convenient for an athlete to perform. A factor that complicates the task of controlling the correctness of the golfer's motor actions during the swing is the deviation of the general center of mass from the initial position.*

*The necessary muscle groups that require special physical training, taking into account biomechanics and the formation of the correct model of performing motor actions at each separate phase, have been identified. According to the authors, in order to improve the technical execution of the golf swing, it is necessary to focus on training that includes exercises for the development of flexibility and mobility of the joints, balance and proprioception (perception or awareness of the position and movement of the body).*

*Further research can be devoted to the development of a special physical training program for the development of the physical form of golfers, which are aimed at developing flexibility and improving the mobility of the joints, as well as increasing the strength of the muscles involved in maintaining balance at all stages of the swing.*

**Key words:** *golf biomechanics, movement analysis, stages of the golf swing, muscles and joints.*