



ГРАФІЧНІ МОДЕЛІ ЗАЛЕЖНОСТІ КОЕФІЦІЄНТА КОАКТИВАЦІЇ ВІД СПІВВІДНОШЕННЯ АКТИВНОСТІ М'ЯЗІВ-АНТАГОНІСТІВ

Любомир ВОВКАНИЧ¹, Марія ФЕДЬКІВ²

¹ Львівський державний університет фізичної культури
імені Івана Боберського, м. Львів, Україна

² Львівський національний університет
імені Івана Франка, м. Львів, Україна

У сучасних наукових дослідженнях, пов'язаних із вивченням механізмів активації скелетних м'язів людини під час різноманітної рухової діяльності, часто застосовують визначення коефіцієнта коактивації (КК) чи аналогічного йому коефіцієнта коконтракції. Зокрема, показники КК вивчали під час аналізу ударних рухів одноборців [1, 2], рухової активності осіб із неврологічними патологіями [3], дослідження особливостей координації рухів осіб різного віку [4] чи різної спортивної кваліфікації [2], а також у процесі розвитку втоми м'язів [5]. Здебільшого для обчислення КК використовують показники інтерференційної (поверхневої) електроміограми (ІЕМГ). Для розрахунків беруть до уваги нормалізовані на основі максимального довільного скорочення показники ІЕМГ [3].

З огляду на наявність кількох методик обчислення КК, не існує єдиного стандарту оцінювання коактивації скелетних м'язів людини [3].

Це зумовлює необхідність аналізу наявних методичних підходів до оцінювання КК, щоб описати їхні переваги та недоліки для розв'язання експериментальних завдань. Тож метою нашої публікації став графічний аналіз описаних у літературі математичних підходів до обчислення КК за умов різної відносної електричної активності м'язів-антагоністів.

Під час аналізу літературних джерел було виявлено чотири основні підходи (формули) до обчислення КК. За особливостями графічної залежності обчисленого КК від співвідношення активності м'язів-антагоністів ці графічні залежності можна об'єднати в чотири групи.

Графічний аналіз першої групи формул свідчить, що КК досягає мінімальних величин в умовах найвищого рівня коактивації, тобто за умови однакової активності м'язів-антагоністів [1, 4, 6, 7]. Це мінімальне значення прямо пропорційне до величини нормалізованої амплітуди ІЕМГ обох м'язів. Тож підвищення КК виникає за двох умов – збільшення різниці в активності м'язів-антагоністів або за одночасного збільшення активності обох м'язів, що ускладнює інтерпретацію значень КК. У формулах другої групи автори [2, 8] використовують підхід, за якого в умовах однакової активності м'язів-антагоністів КК набуває певних фіксованих значень. Збільшення чи зменшення КК відбувається залежно від зміни активності різних м'язів-антагоністів. Відомі також формули розрахунку, згідно з якими величини КК зростають із підвищенням рівня коактивації м'язів-антагоністів. В умовах однакової активності м'язів-антагоністів КК можуть досягати фіксованих значень [5, 8] чи змінюватися пропорційно до сумарної активності м'язів. На відміну від попереднього підходу переважання активності різних м'язів-антагоністів супроводжується непропорційними змінами КК. За використання інших формул можемо спостерігати максимальні значення КК в умовах найвищого рівня коактивації [6, 7] та пропорційне його зменшення у разі переважання активності одного з м'язів. Отримані максимальні значення КК можуть збільшуватися пропорційно до підвищення рівня активації обох м'язів, що дає найкращі уявлення про жорсткість фіксації суглоба.

Отже, виявлено та проаналізовано чотири графічні моделі, які описують наявні у сучасній науковій літературі підходи до визначення КК.

Список використаних джерел

1. Rinaldi, M., Ranavolo, A., Conforto, S., Martino, G., Draicchio, F., Conte, C., Varrecchia, T., Bini, F., Casali, C., Pierelli, F., & Serrao, M. (2017). Increased lower limb muscle coactivation reduces gait performance and increases metabolic cost in patients with hereditary spastic paraparesis. *Clinical biomechanics* (Bristol, Avon), 48, 63–72. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2017.07.013>
2. Quinzi, F., Camomilla, V., Felici, F., Di Mario, A., & Sbriccoli, P. (2013). Differences in neuromuscular control between impact and no impact roundhouse kick in athletes of different skill levels. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 23(1), 140–150. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2012.09.006>
3. Latash M. L. (2018). Muscle coactivation: definitions, mechanisms, and functions. *Journal of neurophysiology*, 120(1), 88–104. <https://doi.org/10.1152/jn.00084.2018>
4. Falk, J., Strandkvist, V., Pauelsen, M., Vikman, I., Nyberg, L., & Røijezon, U. (2022). Increased co-contraction reaction during a surface perturbation is associated with unsuccessful postural control among older adults. *BMC geriatrics*, 22(1), 438. <https://doi.org/10.1186/s12877-022-03123-2>
5. Nara, S., Kaur, M., Shaw, D., & Bhatia, D. (2016). Significance of Bilateral Coactivation Ratio for Analysis of Neuromuscular Fatigue of Selected Knee Extensor Muscles during Isometric Contractions at 0° in Sportspersons. *Biomedical Science and Engineering*, 4(2), 31–36. DOI: 10.12691/bse-4-2-1
6. Li, G., Shourijeh, M. S., Ao, D., Patten, C., & Fregly, B. J. (2021). How Well Do Commonly Used Co-contraction Indices Approximate Lower Limb Joint Stiffness Trends During Gait for Individuals Post-stroke? *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 8. <https://doi.org/10.3389/fbioe.2020.588908>
7. Assila, N., Pizzolato, C., Martinez, R., Lloyd, D. G., & Begon, M. (2020). EMG-Assisted Algorithm to Account for Shoulder Muscles Co-Contraction in Overhead Manual Handling. *Applied Sciences*, 10(10), 3522. <https://doi.org/10.3390/app10103522>
8. Ervilha, U. F., Graven-Nielsen, T., & Duarte, M. (2012). A simple test of muscle coactivation estimation using electromyography. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 45(10), 977–981. <https://doi.org/10.1590/s0100-879x2012007500092>.