

Magyar Testnevelési Főiskola Kutató Intézete

Az izomműködés bináris jellege

Nemessuri Mihály, Bretz Károly és Szántó Tamás

A biológia korszerű irányzatának megfelelően az izomműködést nem az anatómiai izom makroszkópos szintjén vizsgálják, hanem a metodikák fénymikroszkóppal, elektromikroszkóppal, sőt még ennél is finomabb, molekuláris szinten végzik az elemzést.

Ilyen eljárás esetén azonban nem kapunk felvilágosítást az elmozdulásról, amely a mozgásfolyamat leglényegesebb része és csak közvetett adatokat nyerhetünk a ható erők mértékére és természetére vonatkozólag.

A teljes mozgásfolyamatot leginkább edzők vizsgálják, akik ma már nem elégednek meg a gondos észlelés alapján nyert adatokkal, hanem filmregisztrátum alapján bontják a teljes mozgásmintázatot jellegzetes periodusokra. Ezzel az eljárással a legjobb eredményt Counsilman érte el (3), de más edzőkhöz hasonlóan ő is elsősorban a megfigyelést és nem biológiai elveket vett alapul periodizálása alkalmával.

Munkacsoportunk viszont azt a kérdést vetette fel, hogy tisztázni kell, milyen mechanizmus alapján mozgatja a mintegy 400 anatómiailag definiált izom csontjainkat, mi az izomműködés fő rendező elve.

Ugy gondoltuk, hogy a mozgásfolyamat lényeges tényezőinek pontos regisztrálása után a nyert adatokat kibernetikai nézőpontok alapján értelmezzük. Ez lehetőséget teremt arra, hogy kísérleti anyagunk alapján számítógépes szimulációt végezzünk.

A mozgásfolyamat vizsgálatának hagyományosan fő metodikája a filmezés normál, rapid és ultrarapid technikával, amely jelenleg is széleskörű alkalmazást nyer (1, 2, 4). A filmregisztrátum alapján meghatározható a mozgó testrészek által leírt szög, szögsebesség, szöggyor-

sulás és ennek alapján a forgató nyomaték.

Az izomműködés közvetlen vizsgálatára szolgál az elektromiográfia, amelyet az utóbbi években telemetrikusan is meghatároznak (5). Egy másik, sajtó alatt lévő dolgozatunkban (Bretz és Nemessuri) beszámolunk arról, hogy megfelelően átalakított elektromiográfias regisztráló eljárás esetén szoros kapcsolat áll fenn az izom elektromos és mechanikai aktivitása között. A kapcsolat kontrakciós, elongációs és izometriás aktivitás esetén egyaránt kimutatható.

Melluszásról készült filmfelvételek elemzésénél az elmozdulásokat két fő csoportba osztottuk.

1. Tolásnak neveztük azokat az elmozdulásokat, amelyekben az előző helyzethez képest a vizsgált ízületben szögnyobbodás következett be.

Ide tartozik tehát a nyújtás, távolítás és kifelé forgatás (extensio, abductio és exterorotatio)

2. Ennek megfelelően az ellentétes folyamatot, az ízületben történő szögcsökkenést húzásnak neveztük.

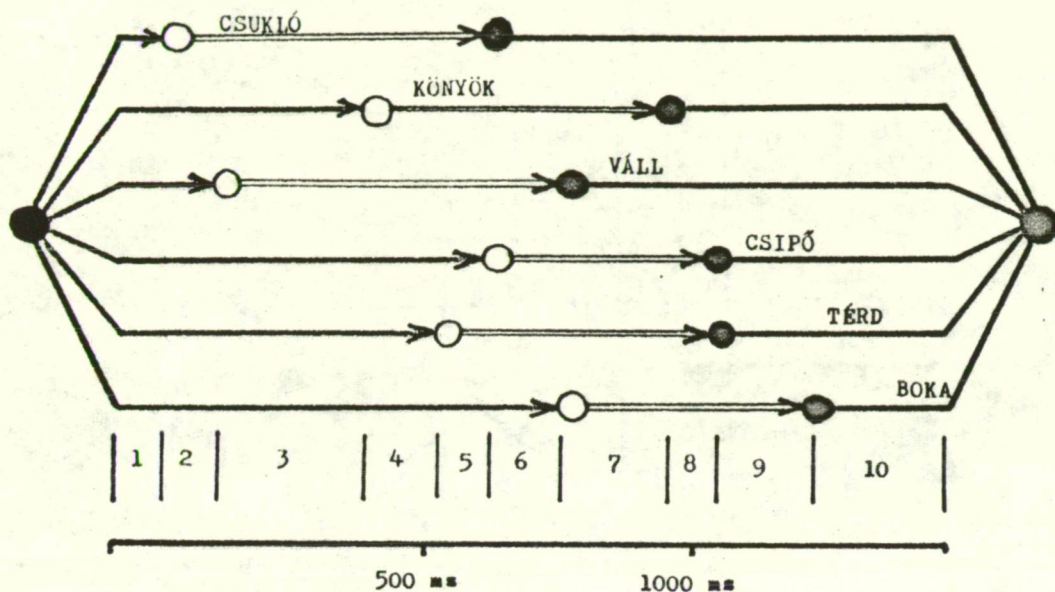
Ide soroltuk a következő eseményeket: hajlítás, közelítés és befelé forgatás (flexio, adductio és interorotatio)

Ilyen módon bináris működésmód alakul ki, (6. - 9.) amellyel a melluszás mozgásmintázata jelfolyamábrával jól jellemezhető (1. ábra).

Az általunk vizsgált egyéb lokomóciós (gyorsuszás, járás) és manipulációs (markolás, súlyemelés) folyamatnál is felhasználható az elemzésnek ez a módja.

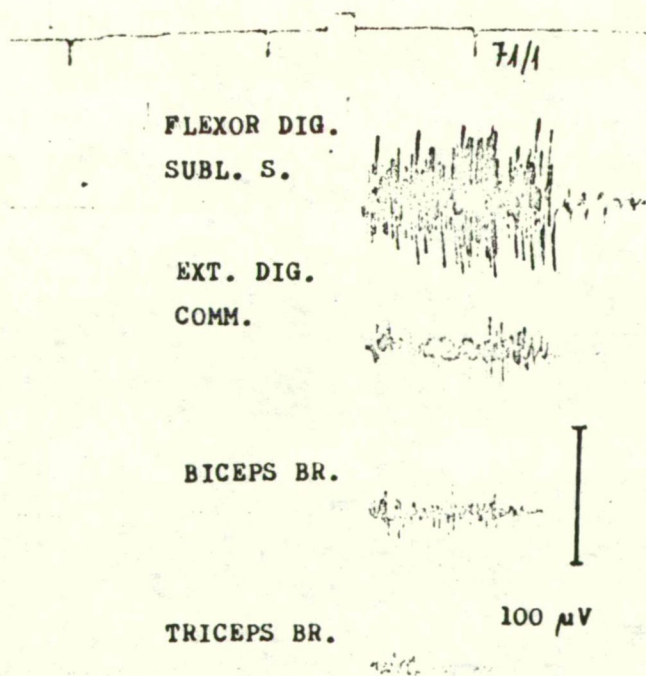
Ebben a bináris működési módban az izmok mozgásperiodusként váltakozó szereppel vesznek részt. Jellemzi őket a párhuzamosan vezérelt rövidülés, megnyulás és izometriás munka. A 2. ábra szerint markoláskor a megrövidülő flexor digit. sublimisban, a megnyuló extensor digit. communisban és az izometriás működésű tehát rögzítő szerepet játszó biceps és triceps brachii-ban egyaránt képződnek bioelektromos potenciálok, tehát mechanikai aktivitás is létrejön.

Bonyolultabb mozgásfolyamat esetén az elmozdulások lehetőségei közül csak viszonylag kis rész esik a fő ható izom erővonala irányába. Az elmozdulások többsége ettől eltér, mert módosító erőhatás lép be.

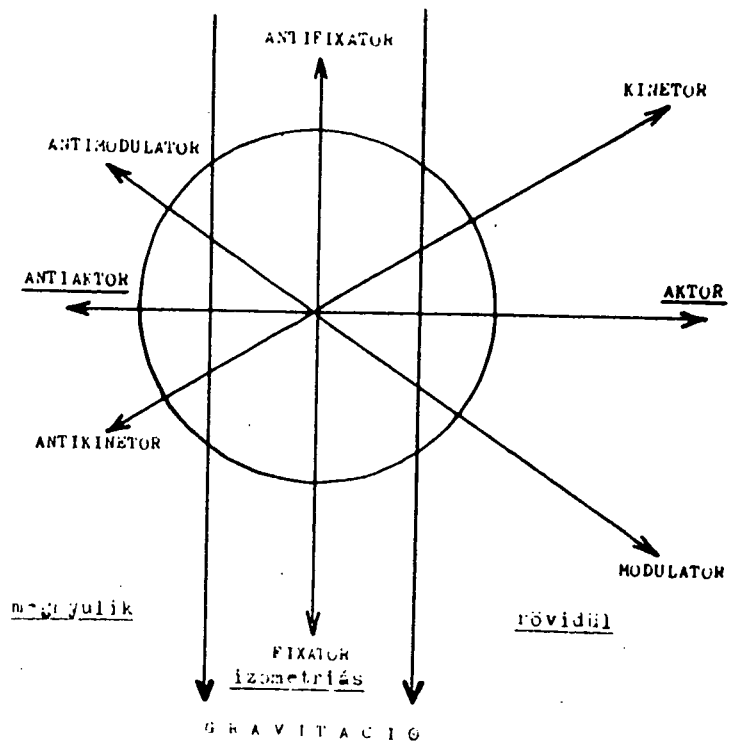


○ húzás      ● tolás

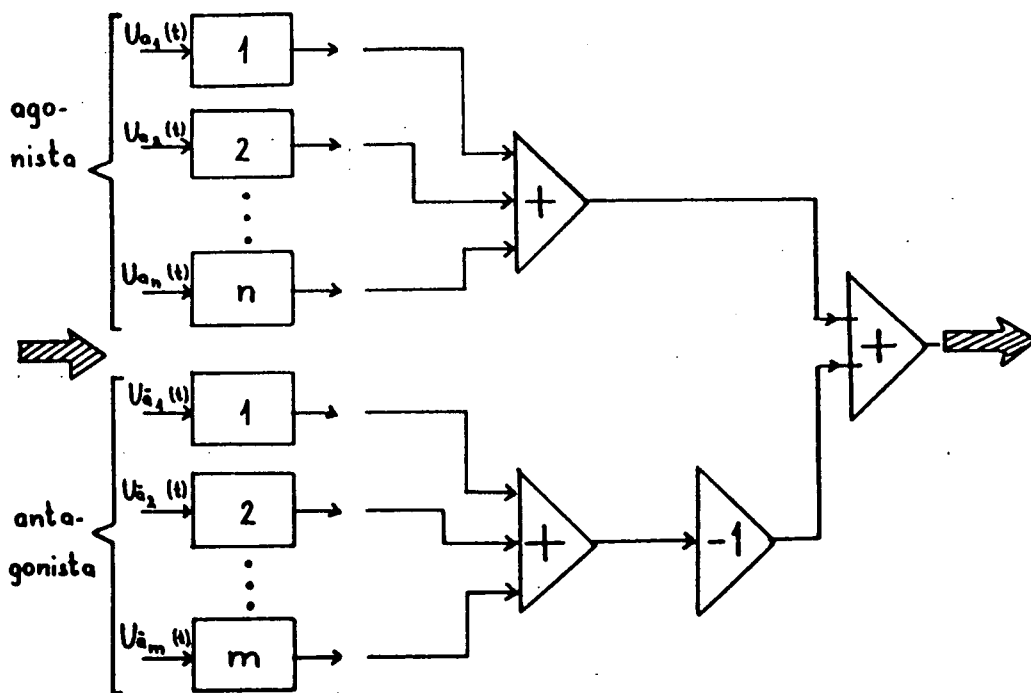
1. ábra



2. ábra



3. ábra



4. ábra

Ennek megfelelően a megrövidülő fő ható izmot kinetor-nak, módosítóját modulatornak neveztük el. A 2. ábra szerint az ellenhatók is működnek, ezek antikinetor- illetve antimodulator-hatásúak. Végül rögzítő szerepet tölt be a fixator és ellenhatója, az antifixator (3. ábra). Ezek részben kompenzálják a megrövidülő izmok nem kívánatos mellékhatását, amelyet az irodalomban neutralizátornak neveznek (10).

Fenti szempontjaink a rendkívül bonyolult mozgásfolyamat egyszerűsített ábrázolása. A továbbiakban még azt az egyszerűsítést is alkalmazzuk, hogy egy ízületben lejátszódó, egy szabadságfoku mozgásfolyamatot vizsgálunk.

Célunk a mozgásfolyamat vezérlő jeleinek elemzése.

Bemenő jelnek tekintjük az agonista és antagonistá izmokban detektált bioelektromos potenciálokat,  $U(t)$  oszlopvektorokat. Kimenő jelünk mechanikai aktivitás, amelyet a filmregisztrátumban mértünk (4. ábra). A folyamatábrán tükröződik az agonista és antagonistá izmok ellentétes irányitottsága.

A 4. ábra szerint az 1, 2, ....., n izmok kimenő jelei, az izom által az ízületben létrehozott elmozdulásfüggvények lineáris szuperpozíciója adja az eredő elmozdulás-függvényt.

Összefoglalva: Az izomműködés fő rendező elvé a húzó-toló folyamatok kényszerkapcsolása. Izmaink hatos tagoltságban hajtják végre a programozott feladatokat. Fenti elvek komputeres szimulálását készítjük elő.

#### I R O D A L O M

- 1) Barthels, M. K. - M. J. Adrian: Variability in the dolphin kick under four conditions. Abstracts. 1<sup>st</sup> Internat. Symp. on "Biomechanics in Swimming". Brussels, 1970.
- 2) Clarys, J. P. - L. Lewillie: The description of wrist and shoulder motion of different waterpolo shots using a simple light trace technique. 1<sup>st</sup> Internat. Symp. on "Biomechanics in Swimming". Brussels, 1970.

- 3) Counsilman, J. E.: The Science of Swimming. Prentice Hall, Inc. Englewood Cliffs, N. J. 1968.
- 4) Goldfuss, A. J. - R. C. Nelson: A temporal and force analysis of the crawl arm stroke. 1<sup>st</sup> Internat. Symp. on "Biomechanics in Swimming". Brussels, 1970.
- 5) Lewillie, L.: Comparaison quantitative de l' EMG du nageur. 1<sup>st</sup> Internat. Symp. on "Biomechanics in Swimming". Brussels, 1970.
- 6) Nemessuri, M.: Der binare antagonistische Mechanismus der Bewegungssteuerung. Biomechanics 1<sup>st</sup> Seminar, Zürich 1967, pp. 165-171. Karger, Basel-New York 1968.
- 7) Nemessuri, M.: Motorische Subsysteme 2<sup>nd</sup> Seminar on Biomechanics, Eindhoven, 1969.
- 8) Nemessuri, M. - M. Vaday: Breast-stroke motor pattern. First Internat. Symp. on "Biomechanics in Swimming." Brussels, 1970.
- 9) Vaday M. - M. Nemessuri: Motor pattern of free-style swimming. 1<sup>st</sup> Internat. Symp. on "Biomechanics in Swimming". Brussels, 1970.
- 10) Wells, K. F.: Kinesiology. W. B. Saunders Company, Philadelphia and London, 1966.