

Magyar Testnevelési Főiskola

Az emberi mozgásfolyamat modellezése

Nemessúri Mihály, Bihari Ottó, Galambos Jenő,
Szántó Tamás és Vaday Lórántné

A központi idegrendszerre és annak mozgató részeire, valamint az izomzat szerkezetére és működésére vonatkozó biológiai kutatások az utóbbi évtizedekben magas színvonalat értek el és nagy jelentőségű új felismerésekre vezettek. A komplex neuromotoros rendszer, vagyis az izomzat és működését előidéző idegrendszeri strukturák funkciójából fakadó adekvát hatás, a mozgásfolyamat vizsgálatának eredményei azonban messze elmaradnak a fent hivatkozott eredményektől.

Az emberi mozgásfolyamat kutatásának központjai a különböző országok testnevelési főiskoláin és kutatóintézeteiben létesített mozgásbiológiai /biomechanikai, kinantropológiai, kineziológiai, stb. / tanszékek, illetve laboratóriumok. Ezenkívül azonban anatómiai, élettani és más intézetekben is folynak ilyen irányú kutatások.

A sok helyütt folyó intenzív mozgásbiológiai kutatómunka nézetünk szerint azért nem hozta meg igazi gyümölcsét, mert a mozgásfolyamat elemzése más hasonló témákról jóval nagyobb mértékben interdiszciplináris jellegű. Fel kell használni a működő, munkavégző izmokra és a szabályozó idegrendszerre vonatkozó, anatómiai, élettani, biokémiai, biofizikai, stb. ismereteket, de a folyamat mechanikus jellegét, a vezérlés kibernetikai vonatkozásait, a mechanizmusok, a szabályozások elméletét legalább ugyan olyan süllyal kell vizsgálni, mint a biológiai problémákat.

Számos törekvés jelzi az új irányt, hogy biológiai ismereteinket a szabályozástechnika és a matematika egyes fejezeteinek szempontjai alapján dolgozzák át. Az utóbbi években Bekey, Johnson, Milner, /1961./, Nemessúri /1968., 1969./, Székely /1971./, Vossius /1958., 1965./ és mások munkáiban találkozhattunk ezekkel a törekvésekkel.

A biológiai és a műszaki kutatások találkozásának jó példája, hogy a kibernetika tudományának egyik nagy megalapítója, a matematikus N. Wiener /1948./ és a fiziológus E. von Holst /1950./ alig két év különbséggel publikálják a visszacsatolás alapvetően fontos jelentőségű jelenségét, kutatási területüknek megfelelő értelmezésben.

Vossius /1958./ a visszacsatolás mellett a "black box" elvet, annak matematikai absztrakcióját tartja fontosnak. Ezek azonban önmagukban nem vezetnek célhoz. Az egész rendszert – nézete szerint – átviteli tagokra kell felosztani és a következő lépésben meg kell határozni azok tulajdonságait.

Munkacsoportunk más elképzelésből indult ki. A főbb emberi mozgásokat csaknem kétszáz, jól definiált anatómiai izom hajtja végre. Ez azt jelentené, hogy legalább kétszáz, többé-kevésbé eltérő működésű motor mechanizmusát kellene elemeznünk a mozgásfolyamatok leírásához. A bonyolultságot tetézi, hogy ezek különböző erő kifejtésre és változó gyorsaságra szabályozhatók be.

Feltételeztük, hogy ez a bonyolult, alig áttekinthető mechanizmus egyszerűsíthető és az így nyerhető elemi mechanizmus megfelel az alapvető biológiai jelenségnek, vagy legfeljebb nem tér el attól lényegesen.

A mozgásfolyamat alapvető, exakt módon meghatározható paramétereire szükség van, hogy a neuromuscularis rendszert a már sokoldalúan és mélyrehatóan tanulmányozott szabályozási rendszerekkel vehessük egybe. /Csáki 1970./

Az egyszerűsítést megnehezíti, hogy az emberi csontok és az azokat kapcsoló ízületek bonyolult, nem szigorúan geometriai szerkezetű erőátviteli rendszert képeznek. A mozgásvezérlés leglényegesebb

vonása az, hogy szelektív feszültségelosztás keletkezik az izomzatban, amelynek kombinációs lehetőségei jelenleg alig áttekinthetők.

A biológiai modell megtervezésére az emberi járást tettük vizsgálat tárgyává Nemessúri 1968./. Az egyes ízületek megjelölésével és mércézett háttér alkalmazásával végzett filmfelvételeinket normál, rapid és ultrarapid technikával végeztük /16-24, 48-100 és 300-1000 felvétel/mp/. A kiértékelés az ízületekben történő elmozdulás szögének folyamatos mérésével történt.

Méréseinkből az alsó végtag mozgásbiológiai vizsgálatainak adatait közöljük a következőkben:

I. táblázat

A jobb alsó végtag működése járáskor

<u>Mozgás- periódus</u>	<u>E l m o z d u l á s</u>	<u>Alapvető mechanizmus</u>
1.	Elrugaszkodik	Toló
2.	Elrugaszkodik	Toló
3.	Elrugaszkodik	Toló
4.	Előrelendül	Huzó
5.	Előrelendül	Huzó
6.	Lábat leengedi	Toló
7.	Sarka földre ér	Toló
8.	Talpa a talajon gördül	Toló
9.	Támaszt	Toló
10.	Támaszt	Toló

A kényelmes járás /kettős lépés/ teljes időtartama kísérleteinkben átlagosan: 2 mp volt.

Ugyanezen az időtartamon belül, hasonló periodizálással a bal lábon a következő mozgásfolyamat játszódik le:

II. táblázat

A bal alsó végtag működése járáskor

Mozgás- periódus	E l m o z d u l á s	Alapvető mechanizmus
1.	Előrelendül	Huzó
2.	Földet ér	Toló
3.	Támaszt	Toló
4.	Támaszt	Toló
5.	Támaszt	Toló
6.	Elrugaszkodik	Toló
7.	Elrugaszkodik	Toló
8.	Talajt elhagyja	Toló
9.	Előrelendíti	Huzó
10.	Előrelendíti	Huzó

Figyelembevéve a két végtag aszinkron, ciklikus fáziselto-
lással szimmetrikus működését, az egyesített működésből képzett moz-
gásmintázat alsó végtagra vonatkozó része a következő:

III. táblázat

A két végtag együttes működése járáskor

Mozgás- periódus	Jobb láb	Bal láb	Időtartam /közelítő átlag/
1.	Tolás	Huzás	60 ms
2.	Tolás	Tolás	170 ms
3.	Tolás	Tolás /stat./	210 ms
4.	Huzás	Tolás /stat./	250 ms
5.	Huzás	Tolás /stat./	330 ms
6.	Tolás	Tolás	60 ms
7.	Tolás	Tolás	170 ms
8.	Tolás /stat./	Tolás	210 ms
9.	Tolás /stat./	Huzás	250 ms
10.	Tolás /stat./	Huzás	330 ms

Összesen: 2.040 ms