

Mozgások leírása

Lábmodell periodikus mozgásának előállítása a futás biomechanikai elemzéséhez

Zelei Ambrus

Zelei Ambrus (1), Insperger Tamás (1)

(1) *MTA-BME Lendület Emberi Egyensúlyozás Kutatócsoport*

Kulcsszavak:

emberi járás és futás; talaj-láb ütközés; járás és futás energiaszükséglete; egyensúlyozás; futás- és járásciklus generálás

Bevezetés:

Az emberi és mesterséges járás és futás vizsgálatára alkalmazott modellek bonyolultsága széles skálán mozog. Az ezek segítségével megválaszolható kérdések köre szerteágazó. A legegyszerűbb, síkbeli, néhány szabadsági fokú dinamikai modellek a legalapvetőbb összefüggések feltárására alkalmasak. Ezzel szemben a laboratóriumi mozgásvizsgálatokhoz alkalmazott modellek szabadsági fogainak száma akár ötven fölött is lehet. A modell bonyolultságával a dinamikai vizsgálat és az általános következtetések levonása egyre nagyobb kihívás, a laboratóriumi mérések viszont pontosabbak lehetnek.

Kutatásunkban egy olyan, közepes bonyolultságú modell létrehozására fókuszálunk, amely pusztán számításokkal alkalmas a) a járáskor és futáskor fellépő talaj-láb ütközés intenzitásának kvantitatív elemzésére a kinematikai jellemzők függvényében (például a talppárna vagy a sarok érintkezik először a talajjal); b) a mozgás fenntartásához szükséges izommunka és az energia-felhasználás elemzésére; c) az egyensúlyvesztés elkerülésére fordított energia elemzésére.

Módszer:

Egy szabályozással ellátott többtest-dinamikai modellt építünk fel, amely számítógépes mozgásszimulációra alkalmas. A modell három merev rudat tartalmaz, amelyek a lábfejet, a lábszárat, a combot reprezentálják. A csípőnél egy reakciókerék csatlakozik a combhoz, amely felsőtestet modellezi. A reakciókerék tartalmazza a torzót, a nyakat, a fejet, a felső végtagokat és a nem

modellezett láb tömegét is. A modell szerves része az izmok által kifejtett erők modellezésére szolgáló szabályozás. A szabályozó a bokában, a térdben és a csípőben fellépő nyomatékok számítására ad előírást a támasz- és repülőfázisban eltérő módon. A szabályozó feladata periodikus, ugráló mozgás biztosítása.

Eredmények:

Numerikus szimulációkkal bizonyítottuk, hogy a bemutatott szabályozó algoritmus képes stabil periodikus mozgást garantálni. A szabályozással generált mozgást és laboratóriumi eredményeket összevetve tovább hangoltuk a szabályozás paramétereit annak érdekében, hogy a generált mozgás realizisztikus legyen.

Következtetések:

A szabályozási paraméterek hangolásával optimális mozgás érhető el, célfüggvényként tekintve az előrehaladás sebességét, a talaj-láb ütközések intenzitását, a mozgáshoz szükséges energia-felhasználást vagy a mozgás stabilitását. Az optimális mozgások generálásával következtethetünk arra, hogy a különböző járási és futási formák mely szempont szerint előnyösek illetve hátrányosak.