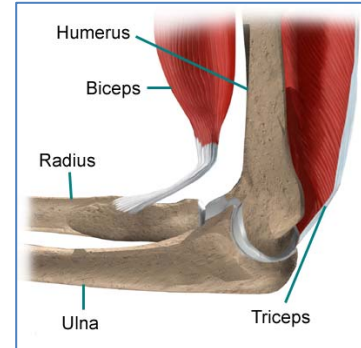


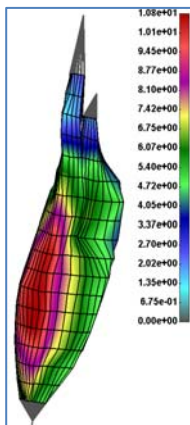
Kompjutersko modeliranje mišića

dr Boban Stojanović

U okviru ovog predavanja biće predstavljene osnove mehanike skeletnih mišića i numerički algoritmi za određivanje odziva mišića, bazirani na metodu konačnih elemenata. Kao osnova ove analize korišćen je Hilov fenomenološki trokomponentni model. Kako bi bilo moguće u razmatranje uključiti i zamor mišića, predloženo je proširenje Hilovog modela.



Pri većini svakodnevnih aktivnosti koje se obavljaju tokom dužeg vremenskog perioda dolazi do pada performansi skeletnih mišića, koji se ogleda u redukovanju maksimalne sile, smanjenju brzine odziva, smanjenju sposobnosti kontrole pokreta, itd. Iako je do sada razvijeno dosta matematičkih modela mišića, veoma mali broj modela uzima u obzir zamor, a oni modeli koji uzimaju u obzir promene karakteristika mišića tokom dužih aktivnosti, uglavnom razmatraju zamor samo pod određenim uslovima.



S obzirom na to da su dosadašnji modeli zamora mišića pod proizvoljnim uslovima aktivacije i opterećenja veoma ograničeni, u ovom radu je predstavljen novi model koji uključuje zamor mišića. Predloženi model je zasnovan na Hilovom fenomenološkom modelu koji se sastoji od kontraktilnog, serijskog i paralelnog elastičnog elementa i kao ulazne parametre koristi krive zamora pri maksimalnoj aktivaciji i krivu oporavka, kako bi se dobio odziv mišića pri proizvoljnom režimu opterećivanja. U radu je, takođe, predloženo proširenje Hilovog modela kako bi se uzelo u obzir postojanje različitih tipova vlakana unutar mišića. Različiti tipovi mišićnih vlakana mogu imati veoma različite fiziološke i mehaničke karakteristike, što bitno utiče na njihovu otpornost na zamor. Ovako definisani modeli su ugrađeni u program za proračun metodom konačnih elemenata PAK.

Primenjivost predloženih modela je verifikovana poređenjem rezultata dobijenih proračunom sa eksperimentalnim merenjima i podacima iz literature. Na primerima biceps i triceps mišića čoveka, kao i gastrocnemius mišića žabe, pokazano je da se korišćenjem modela mogu dobiti rezultati, koji sa zadovoljavajućom tačnošću opisuju realno ponašanje mišića. Pored modeliranja pojedinačnih mišića, korišćenjem predloženih modela moguće je modeliranje i čitavih mišićno-skeletnih sistema.

Kako bi se omogućila efikasna priprema modela mišića i mišićno-skeletnih sistema, razvijen je softver za automatsko generisanje modela na osnovu medicinskih snimaka, kao i modul za prikazivanje rezultata proračuna korišćenjem različitih vrsta dijagrama.

Ovako definisani modeli i razvijeni softver mogu poslužiti kao veoma moćan alat u projektovanju medicinske i sportske opreme, planiranju treninga i analizi i dizajnu vežbi. Kompjuterske simulacije zasnovane na predloženim modelima mogu u velikoj meri preduprediti povrede na radu i u značajnoj meri smanjiti troškove koje trpe pojedinac i zajednica.

