
Základní metody experimentální biomechaniky

Kinematická analýza

Kinematická analýza se zabývá kinematickou stránkou pohybu, tj. zjištěním geometrie trajektorií, rychlostí a zrychlením charakteristických bodů antropomorfního mechanismu, který simuluje pohyb reálného objektu.

Kinematická analýza nejčastěji vychází z následné analýzy obrazové scény reálného pohybu (videozáznam, kinematografie,.....) v rovině (2D analýza) či prostoru (3D analýza). Dynamická analýza vychází z kinematické analýzy a opírá se dále o dynamometrická měření působících sil a znalostí geometrie hmotností sledované soustavy.

Kinematické vyšetřování pohybu: průběh pohybu se analyzuje jako změna místa hmoty v prostoru a čase bez ohledu na síly, které jsou bezprostředními příčinami pohybu. K analýze pohybu jako vnějšího jevu se s výhodou používá filmové či video techniky. Ta dovoluje zachytit průběh pohybu a sledovat časovou závislost dráhy těžiště nebo kteréhokoliv jiného hmotného bodu vyznačeného podle cíle výzkumu. Ze známé záznamové frekvence kamery (filmové – video) je znám časový posun mezi jednotlivými snímky, a tedy je znám i časový posun vyšetřovaných bodů. Ze známé časové závislosti pohybu vyšetřovaného bodu je možné spočítat jeho další kinematické parametry (rychlost, zrychlení).

Princip vyhodnocení dat z analýzy obrazového záznamu pohybu a jeho interpretace v experimentální biomechanice vychází ze správné interpretace obrazové a datové dokumentace.

Cílem kinematické analýzy je stanovení průběhu s , v , a sledovaných bodů scény v čase, v kroku obrazové frekvence (viz kap 3). Příkladem postupu a konečné interpretace jsou viz Obr B - Je - 8 - 1, Obr B - Je - 8 - 2, Obr B - Je - 8 - 3. Na základě analyticky stanovených parametrů pohybu jednotlivých bodů obrazové scény je možné rekonstruovat pohyb celých sledovaných útvarů, které tyto body tvoří. Dále je potom možné dopočítat další charakteristiky, jako např. těžiště segmentu, moment setrvačnosti apod..

Dynamometrie a dynamografie : metoda, při které se zaznamenává průběh příčiny pohybu – síly. Díky časové závislosti síly lze zkoumat pohyb i z hlediska dynamiky (např. lze sledovat nevhodnější zapojení určité síly).

Topografie: metoda, kterou se vytváří a následně vyhodnocují polohové (systém souřadnic) a výškové (systém vrstevnic) informace z daného povrchu.

Elektromyografie : metoda pro zjišťování elektrické aktivity kosterních svalů (EMG). Podle toho se dá usuzovat o svalové činnosti.

Experimentální BM tkání : Je oblast biomechaniky, která analyzuje mechanické působení a odezvu tkání na ně. K identifikaci nelineárních vlastností biomateriálů je nutno provést soubor experimentů, jejichž výsledky slouží k vytvoření matematického modelu konstitutivních rovnic. Model konstitutivní rovnice musí respektovat anizotropii biomateriálu v prostoru i čase a jeho vnitřní procesy. Přímá metoda stanovuje pohyb tělesa na základě známé konstitutivní rovnice materiálu, zatímco nepřímá metoda dovoluje stanovit jak pohyb tělesa, tak odezvu materiálu, ji-li znám experimentální předpis jeho historie pohybu a teploty. (obr. 2.14 str. 60 Valenta)

Zjišťování mechanických vlastností tkání : Na vzorky tkání je aplikováno v laboratorních podmínkách vnější silové zatížení tak, aby bylo možné analyzovat mechanické vlastnosti tkání. Analyzuje se např. pevnost a tuhost při daném způsobu zatížení, odezva na cyklické zatížení a dlouhodobé působení statické zátěže - tedy reologické vlastnosti. Používají se speciální „trhačky“ – přístroje, u kterých je možné řízeně aplikovat dané vnější zatížení a sledovat odezvu. Ty představuje obvykle mechanická napjatost daného typu a deformace tělesa v čase, přitom je žádoucí, vzhledem k nelineárním viskoelastickým vlastnostem tkání, respektovat rychlost zatížení, dlouhodobou odezvu, cyklické zatížení, velké deformace aj.. Zjištěné parametry mechanických vlastností (např. mezní zatížení, zátěžové křivky, konstitutivní rovnice) mohou být využity v numerickém modelování interakcí tkáňových struktur a vnějšího působení nebo pro porovnání se známými hodnotami mechanického zatížení dané struktury v organismu a přiřazení předpokládané odezvy biologického materiálu.

Obvykle jsou tyto experimenty prováděny na vzorcích tkáně vyjmutých z lidského organismu. Je důležité si uvědomit, že zjištěné parametry popisující mechanické vlastnosti mohou být ovlivněny způsobem skladování či konzervace tkáňového vzorku (např. zmrazování, sušení, uložení ve fyziologickém roztoku).

Analýza vnějšího zatížení a vnitřní napjatosti : Vzhledem ke složitosti uspořádání, tvaru a stavby živého organismu, není často známo, jakým způsobem a jakou mírou jsou mechanicky zatíženy jednotlivé struktury pohybového systému (např. hlavice femuru). V současné době se používají především výpočtové metody, kdy se postupuje od experimentálně zjištěných hodnot vnějšího zatížení (na styku s vnějším prostředím) na základě znalosti zákonů mechaniky, k zatížení vnitřních struktur. Experimentálně je možné použít materiály, které při vnějším zatížení mění nějak své vlastnosti (fotoelasticimetrie, piezoelektrický jev aj.), a zjišťováním těchto vlastností pak vlastně zjišťujeme, jak je těleso zatíženo.

Fotoelasticimetrie : Směry hlavních napětí určují izostaty vytvářející dvě vzájemně kolmé soustavy čar, podél nichž jsou smyková napětí nulová. Smykové napětí má směr tečny v každém bodě této čáry. Izochromaty jsou geometrická místa bodů (linie) stejně zbarvené konstantním dvojlomem (v sodíkovém polarizovaném světle jsou tyto linie tmavé), která definují místa bodů stejných rozdílů hlavních napětí. Po nezatíženém obvodu, kde je jedno z hlavních napětí nulové, určují izochromaty přímo velikosti obvodových napětí. (Obr)

Vývoj metrologických technologií v biomechanice je bouřlivý a sleduje ty nejnovější technologické trendy.

Závěrem předkládáme adresy webových stránek některých výzkumných biomechanických laboratoří zabývajících se analýzou pohybu

- <http://www.peakperform.com/biomech.htm>
 - <http://www.motionanalysis.com/index.html>
 - <http://www.arielnet.com/>
 - <http://www.c3d.org>
 - <http://www.isbweb.org/~byp/>
 - <http://biomechyp.bizland.com>
 - <http://www.emgsrus.com/links.htm>
 - <http://www.kwon3d.com/theories.html>
 - <http://muscle.ucsd.edu/index.shtml>
-
- [Elektromyografie](#)