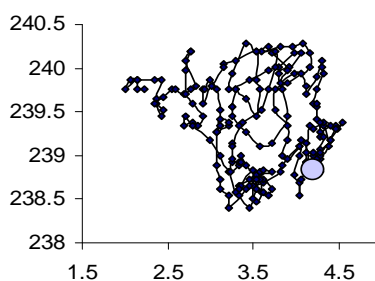


## Stabilogramy a ich vyhodnocovanie

RNDr. Daniela Richtáriková

Ústav prírodných, humanitných a spoločenských vied,  
Strojnícka fakulta Slovenskej technickej univerzity v Bratislave

Trajektória zaznamenávajúca pohyb ťažiska objektu (stabilogram) je jedným z dôležitých zdrojov informácií o stabilite sledovaného objektu. Vypovedá o kvalite, o silách, ktoré pohyb ovplyvňujú. So stabilogramom sa stretávame pri vyhodnocovaní zmien v muskulárnom systéme jedinca, keď sa skúma stabilita postoja. Využíva sa pri funkčnej diagnostike športovcov, ale aj ľudí s pohybovými problémami, umožňuje jedincov medzi sebou porovnávať ako i sledovať zmeny ich trénovanosti.



Objektom výskumu je časový záznam polohy priemetu ťažiska do horizontálnej roviny – nášlapnej dynamometrickej platne s tenzometrickými snímačmi sily. Vstupné dáta tvoria súbory pozostávajúce z izolovaných bodov  $[x_i, y_i]$  dvojrozmerného priestoru. Obyčajne sa skúmajú tradičné parametre stability postoja, a to: priemerná rýchlosť pohybu ťažiska, priemerná poloha v predozadnom a pravoľavom pohybe, priemerné zrýchlenie, priemerná vzdialenosť od stredu a priemer druhej mocniny vzdialenosti od stredu. Naším cieľom bolo navrhnúť ďalšie parametre stability, ktoré

by umožnili analýzu a diagnostiku úrovne trénovanosti a výkonnosti športovcov s veľmi dobrou stabilitou, športových strelcov. Navrhli sme parametre opisujúce trajektóriu z hľadiska rozsahu, miery pokrytia plochy a zložitosti. Navyše sme skúmali mieru neusporiadanosti. Na určenie rozsahu pohybu sme použili jednoduché vyhodnotenie maximálnych rozsahov pohybu v smere osí  $x$  a  $y$  a minimálny obsah obdĺžnika opísaného trajektóriou. Na vyjadrenie miery pokrytia plochy trajektóriou sme zvolili „box counting“ *fraktálovú dimenziu*, mieru neusporiadanosti sme sledovali prostredníctvom *štatistickej entropie* a rýchlosť zmeny miery neusporiadanosti prostredníctvom *Kolmogorov-Sinaiovej entropie*, ktoré dovtedy v podobných výskumoch neboli použité. Rôznosť úrovne fraktálovej dimenzie na výkonnostne odlišných skupinách bola potvrdená mediánovým testom (test zhody úrovne) na hladine významnosti  $\alpha = 0,05$ . Korelácia medzi minimálnym obsahom obdĺžnika opísaného trajektóriou a dimenziou sa pohybovala v rozmedzí  $-0,825$  až  $-0,918$ . Všetky systémy vykazovali podobný charakter správania. Entropia sa postupne do istého kroku zvyšovala, až dosiahla maximum a potom sa jej hodnoty pohybovali v istom „hornom“ rozmedzí. Kolmogorov-Sinaiova entropia bola u všetkých strelcov kladná.

Výsledky nášho výskumu ukázali, že postupy fraktálovej geometrie a teórie chaosu efektívne rozširujú klasické diagnostické metódy. Fraktálová dimenzia ako kvantitatívny parameter môže byť použitá na porovnávanie úrovne stability. Z kvalitatívnej stránky neceločíselná fraktálová dimenzia a Kolmogorov – Sinaiova entropia naznačujú, že pohyb priemetu ťažiska má chaotický charakter. Za účelom zistiť, či sa dá použiť na klasifikáciu úrovne stability kvantitatívne vyjadrenie štatistickej entropie a Kolmogorov-Sinaiovej entropie treba podstatne rozšíriť počet skúmaných súborov jednotlivých strelcov.

V 90-tych rokoch boli v Bostone na vyhodnocovanie stabilogramov použité vzťahy pre Brownov pohyb, ktoré sa v kinantropológii označujú ako difúzna analýza. Výsledky potvrdzujú oprávnenosť nových postupov, preukazujú ich väčšiu citlivosť a širšiu použiteľnosť.