

# Doping stráca šance

alebo

## Matematické a počítačové metódy pomáhajú v boji proti dopingu

Podklady k tlačovej besede ÚM SAV, konanej 6. novembra 2007 o 10.00 h

Informuje: doc. RNDr. Viktor Witkovský, CSc., vedúci oddelenia teoretických metód Ústavu merania SAV.

### Erytropoetín – nedovolený podporný prostriedok u športovcov

Problematika dopingu, teda užívania nedovolených podporných látok je v športe alarmujúca. Svetová antidopingová agentúra (World Anti-doping Agency –WADA) si kladie za úlohu dôrazne s týmto nešvárom bojovať a dosiahnuť jeho elimináciu z vrcholového športu.

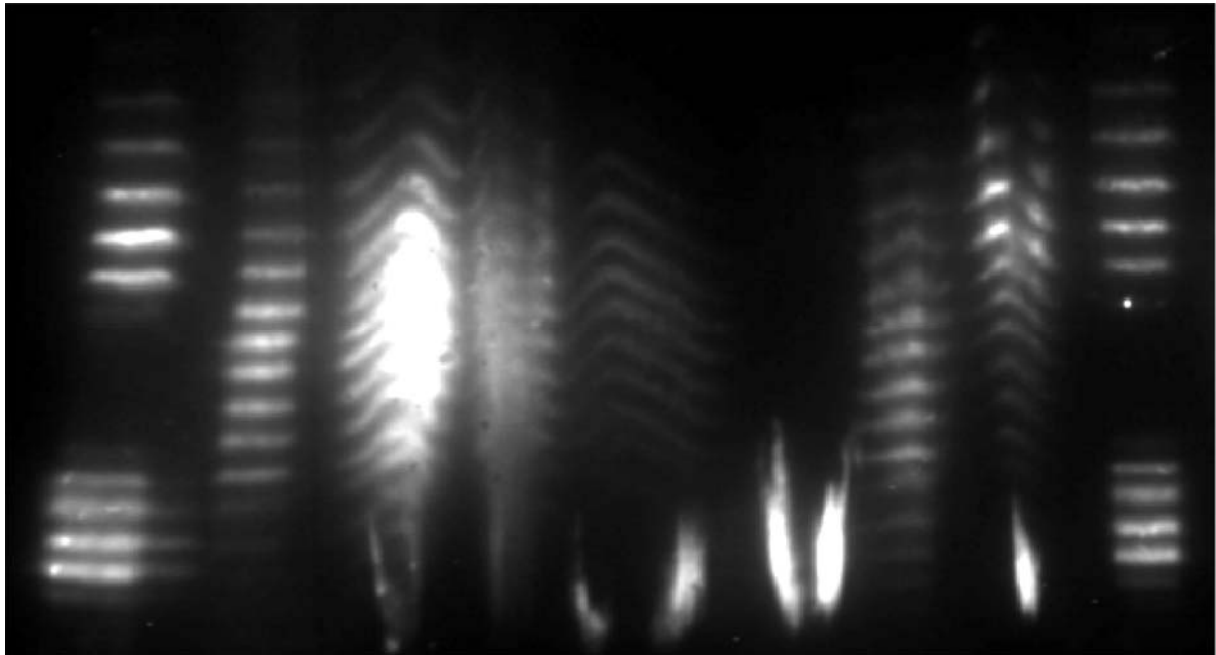
### Spolupráca ARC Seibersdorf s Ústavom merania SAV

V roku 2003 svetová antidopingová agentúra WADA (World Anti-doping Agency) začala medzinárodný projekt zameraný na vývoj spoľahlivého, jednoducho použiteľného softvérového riešenia určeného na štandardizovanú analýzu obrazov získavaných pri erytropoetínovej (Epo) dopingovej kontrole. V súčasnosti je rekombinovaný erythropoietin (rEpo) využívaný ako dopingová látka hlavne v oblasti vytrvalostných športov vďaka schopnosti zvýšiť dlhodobú výkonnosť športovca až o 10%. K popularite prispela taktiež obtiažnosť detekcie rEpo v krvi športovca. Zásľuhu na tom, že dnes možno erytropoetín v krvi pomerne spoľahlivo identifikovať, majú aj vedci zo SAV. Na základe grantu WADA kolektív riešiteľov z Austrian Research Centers v Seibersdorfe (ktorého súčasťou sú aj slovenskí vedci **Ing. Igor Holländer, PhD** a **doc. RNDr. Ing. Ivan Bajla, PhD**) tento problém zdolal a ponúkol riešenie vo forme uceleného systému (projekt GASepo). V spolupráci s Austrian Research Centers prispeli pracovníci Ústavu merania SAV k vylepšeniu funkčnosti detekčného systému zavedením nových matematických a algoritmických postupov. Na ÚM SAV bola urobená rozsiahla porovnávacia štúdia klasifikačných algoritmov na rozlíšenie typických obrazových útvarov v napozorovaných Epo obrazoch a bol realizovaný nový efektívny algoritmus (**Mgr. Svorad Štolc, Jr.**), aj vďaka ktorému sa obrazová analýza Epo dopingu stala v súčasnosti jednou z najspoľahlivejších metód detekcie prítomnosti syntetického Epo v moči športovca. V roku 2006 bola navrhnutá metóda úspešne implementovaná do komerčného softvérového balíka GASepo využívaného v akreditovaných antidopingových laboratóriách po celom svete.

### Metóda detekcie dopingu

Posledné výskumy v oblasti anti-dopingu ukázali, že prirodzený a syntetický (rekombinovaný) erytropoetín možno rozlíšiť až konečnej fáze metabolizmu,

analýzou moču športovca. Na detekciu veľmi malých koncentrácií Epo izoforiem sa v súčasnosti využíva metóda založená na izoelektrickom sústreďovaní proteínov v polyakrylamidovom géli. Výsledný obraz je zaznamenaný digitálnou či analógovou cestou. Následne je počítačovo spracovávaný, pričom sa porovnávajú obrazy dopingových štandardov s obrazmi nameraných testovaných vzoriek športovcov. Športovec je podozrivý z užívania syntetického Epo, pokiaľ obrazy štandardov a vzoriek vykazujú podobné usporiadanie.



Obrázok znázorňuje príklad bežného Epo obrazu, v ktorom sú prítomné globálne i lokálne geometrické poruchy. Rôzne druhy poškodenia obrazu sú významnými zdrojmi výsledných chýb. Celkom ľavý a celkom pravý stĺpec predstavujú referenčné merania dopingových štandardov Epo. Všetky ostatné stĺpce predstavujú merania testovaných dopingových vzoriek.

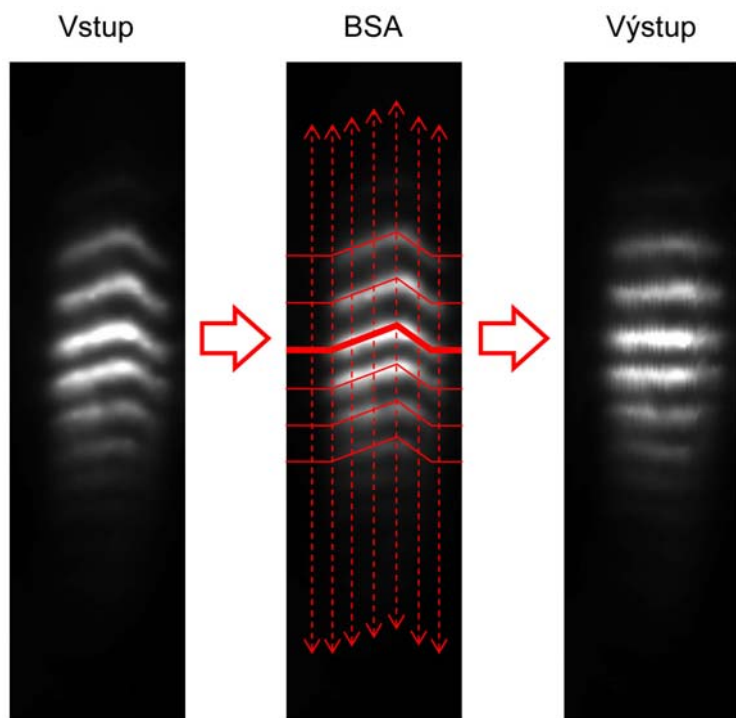
## Nová metóda predspracovania Epo obrazov

V prvej fáze predspracovania Epo obrazu je potrebné korigovať najvýraznejšie globálne geometrické poruchy. Manuálne korekcie lokálnych geometrických porúch sú však v praxi používané len zriedka, vyžadujú totiž príliš veľké úsilie operátora pričom výrazne zvyšujú riziko subjektívnych rozhodnutí. Výsledkom úvodných analýz Epo obrazu je stanovenie dvoch referenčných čiar, na základe ktorých je možné odlíšiť umelé dopingové substancie od prirodzeného erythropoetínu.

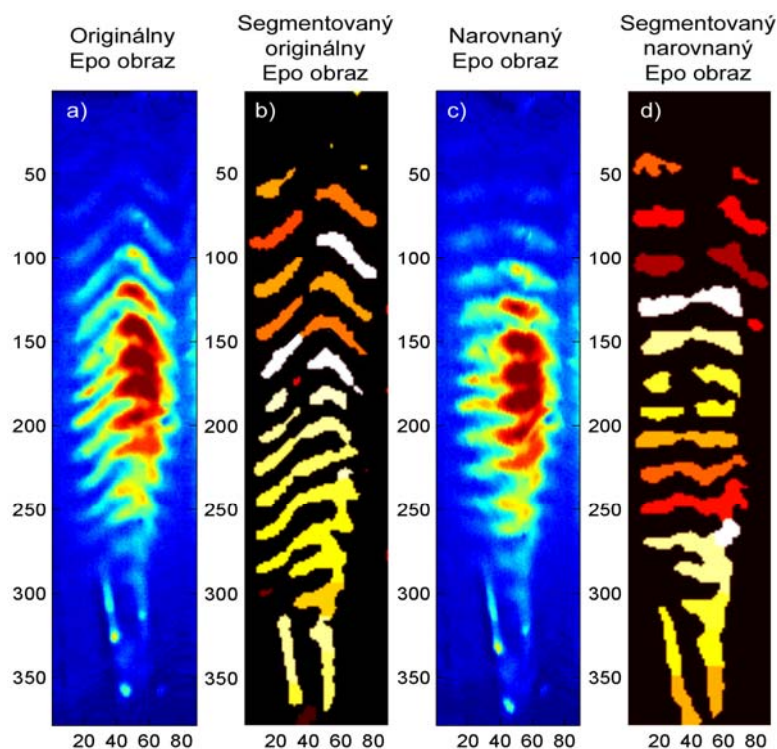
Dôležitým krokom spracovania Epo obrazu je rozpoznávanie dôležitých objektov – tzv. bandov, a ich odlíšenie od nepodstatných objektov – artefaktov. Jedná sa o komplikovaný viacstupňový proces, v ktorom je obraz najskôr segmentovaný a následne sú odhalené objekty klasifikované do dvoch skupín – bandy a artefakty.

Na hľadanie optimálnej stĺpcovej transformácie sa využíva dvojfázový algoritmus lineárneho a gradientového hľadania s cieľom minimalizovať celkové pnutie riadkov v obraze. Tento prístup prináša výrazné zlepšenie kvality obrazu (2 až 4 krát menšia celková klasifikačná chyba) pri únosnej výpočtovej náročnosti.

BSA metóda bola koncom roka 2006 implementovaná v rámci novej verzie softwarového systému GASepo, (pozri <http://www.antidoping.at/epo/> ).



Hlavnou myšlienkou novej metódy predpracovania Epo obrazu je automatické hľadanie optimálnych vertikálnych posunov stĺpcov, ktoré vedú k maximálnej redukcii lokálnych geometrických porúch. Na obrázku je znázornený Epo obraz počas schematického spracovania BSA metódou.



Na obrázku je príklad Epo obrazu spracovávaného tradičným spôsobom (a, b) a spôsobom využívajúcim BSA metódu (c, d). Okrem zreteľného narovnania ľavého obrazu (c vs. a) možno pozorovať tiež zlepšenie správneho spájania súvisiacich častí