

# Žmogaus tarpšlankstelių diskų savitosios fluorescencijos spektrų analizė

## The analysis of human intervertebral disc samples' autofluorescence spectra

Ignas Čiplys<sup>1</sup>, Vilmantas Gėgžna<sup>1,2</sup>, Darius Varanius<sup>1,2</sup>, Gunaras Terbetas<sup>3</sup>, Laura Neverauskienė<sup>3</sup>, Aurelija Vaitkuvienė<sup>1</sup>, Juozas Vidmantis Vaitkus<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Taikomųjų mokslų institutas, Saulėtekio al. 3, , LT-10527, Vilnius

<sup>2</sup>Gyvybės mokslų centras, Saulėtekio al. 7, , LT-10223, Vilnius

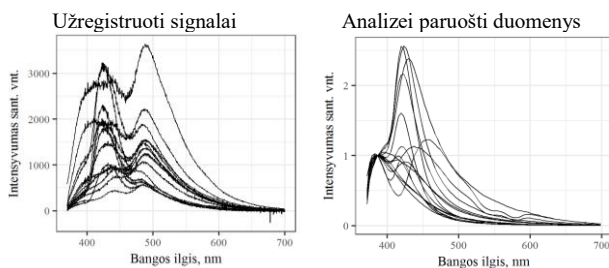
<sup>3</sup>Vilniaus universiteto Medicinos fakultetas, M. K. Čiurlionio g. 21, LT-03101 Vilnius

[Ignas.Ciplys@gmail.com](mailto:Ignas.Ciplys@gmail.com)

Žmogaus tarpšlankstelių diskų (TD) degeneracija susijusi su diskų senėjimu, tačiau tam įtakos taip pat turi lyties, genetikos, bei žalingų įpročių faktoriai. Degeneracijos lygio nustatymui naudojama kompiuterinė tomografija, branduolių magnetinio rezonanso vaizdavimas (BMR) [1-4]. Šios metodikos informatyvios, tačiau jos negali įvertinti disko būseną lemiančių biologinių medžiagų santykinę koncentraciją. Toks įvertinimas svarbus pasirenkant gydymo metodiką, todėl vykdomas tyrimas, kuriuo siekiama parodyti kaip spektroskopinių TD signalų analizė, pritaikant mašininę mokymąsi, gali tapti automatizuotu diagnostiniu įrankiu.

2013 – 2015 m. laikotarpiu Vilniaus universiteto Neurologijos ir neurochirurgijos klinikos pacientai, kuriems buvo suplanuota TD išvaržos šalinimo operacija, buvo pakviesti dalyvauti tyrime. Tik gavus raštišką pacientų sutikimą, jų išvaržų mėginiai buvo įtraukiami į mokslinį tyrimą. Eksperimento metu pacientų TD mėginiai buvo veikiami 355 nm lazerio spinduliuote, žadinant fluorescenciją. Spektrų registravimas buvo vykdomas naudojant šviesolaidinę sistemą.

Prieš vykdant analizę užregistruoti spektrai programiškai paruošiami išskiriant reikšmingą analizei sritį, pašalinant triukšmą, kalibruojant spektrus, bei normuojant visus spektrus ties 386 nm (kiekvienas spektras dalinamas iš jo 386 nm bangos ilgio intensyvumo). 1 pav. demonstruojami spektrai prieš ir po paruošimo.



1 pav. Žmogaus tarpšlankstelių diskų fluorescencijos spektrai prieš ir po kompiuterinio paruošimo.

Kiekvieno mėginio fluorescencijos spektrai buvo susieti su mėginio degeneracijos laipsniu, kuris buvo įvertintas specialistų, analizuojant BMR atvaizdus. Prieš vykdant spektrinę analizę, spektrai buvo išskaidyti į 8

komponentus naudojant 3 skirtingas metodikas: principinių komponentų analizę (PKA), neneigiamą matricos faktorizaciją (NMF), bei log-normalių komponentų aproksimacijas (LKA). Klasifikacinė analizė buvo vykdoma naudojant 4 skirtingus klasifikatorius: sprendimų medį, sprendimų miškus, K-artimiausių kaimynų metodą ir atraminių vektorių mašinas (angl. support vector machines, SVM). Siekiant išvengti persidengiančios informacijos klasifikacijoje buvo atrinktos tik reikšmingiausių komponentų amplitudės. Komponentų reikšmingumas įvertintas naudojant sprendimų miškų klasifikatorių. Klasifikacijos tikslumas vertinamas subalansuoto tikslumo verte (angl. balanced accuracy, BA).

Gauti analizės rezultatai parodė, kad degeneracinės grupės tarpusavyje skiriasi tiek lyties, tiek amžiaus atžvilgiu. Geriausias klasifikacinis rezultatas pasiektas naudojant SVM metodiką, klasifikuojant degeneracinių (moterų 3 ir 4) grupių LKA ir PKA komponentų amplitudes (vidutinis BA = 0.81). Pastebėta, kad LKA komponentų aproksimacijos metodika tinkamesnė detaliam komponentų interpretacijai, o PKA komponentai – greitam ir automatizuotam komponentų išskirymui. Taip pat pastebėta, jog tarpšlankstelių diskų degeneracijos diagnostiniam tikslumui svarbūs lyties bei amžiaus faktoriai.

*Reikšminiai žodžiai: stuburas, analizė, fluorescencija, tarpšlanksteliniai diskai, degeneracija.*

### Literatūra

- [1] M. A. Adams, P. J. Roughley, What is intervertebral disc degeneration, and what causes it?, *Spine* 31(18), 2151–61 (2006).
- [2] J. N. Katz, Lumbar Disc Disorders and Low-Back Pain: Socioeconomic Factors and Consequences, *The Journal of Bone and Joint Surgery (American)* (2006).
- [3] B. R. Whatley, X. Wen, Intervertebral disc (ivd): structure, degeneration, repair and regeneration, *Materials Science and Engineering: C* 32(2), 61–77 (2012).
- [4] Raj, P. P. Intervertebral disc: Anatomy, physiology, pathophysiology, treatment. *Pain Practice* (2008).