

# SAĞLAM VƏ AĞCIYƏR ADENOKARSİNOMASI XƏSTƏLİYİNDƏ İNSAN QAN PLAZMASININ FÇİQ SPEKTRLƏRİNDƏ FƏRQLƏNDİRİCİ XÜSUSİYYƏTLƏR

**A.H. AYDƏMİROVA**

*Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası, Biofizika İnstitutu*

*AZ1141, Bakı ş., Z.Xəlilov küç.,117*

[arzuaydemirova491@gmail.com](mailto:arzuaydemirova491@gmail.com)

Əvvəlki işimizdə ağciyər xərçəngi və sağlam insan qan plazmasının FÇİQ spektrlərinə süni intellekti tətbiq etməklə sağlam və xəstə qrupu yüksək dürüstlüklə klassifikasiya etmək mümkün olmuşdur. Belə ki, "Linear SVM"(support vector machine), "PLS-DA"(partial least squares discriminant analysis) və "Random Forest" kimi müxtəlif statistik metodlar vasitəsilə sağlam və xəstə qrupu müvafiq olaraq 80% və 90% dəqiqliklə təyin etmək mümkün olmuşdur.

Bu işdə ağciyər karsinoması xəstələrinin qan plazmasının sağlam insanlarla müqayisədə FÇİQ spektrlərində fərqləndirici xüsusiyyətlər tədqiq edilmiş və bu fərqlərin molekulyar (və ya molekula daxil olan qrup) səviyyədə izahı verilmişdir. Tədqiqat işi üçün 36 sağlam və 37 ağciyər karsinoması diaqnozu qoyulmuş xəstələrdən toplanmış qan plazması nümunələrinin FÇİQ spektrləri çəkilmişdir. Spektrlərin  $3450\text{ sm}^{-1}$ ,  $3280\text{ sm}^{-1}$ ,  $3060\text{ sm}^{-1}$ ,  $1310\text{ sm}^{-1}$  dalğa ədədlərinə yaxın hissələrdə xəstə və sağlam qrupu fərqləndirən piklərin amplitudları və sürüşməsi aydın müşahidə edilir. Bundan başqa müəyyən piklərin amplitudları nisbətinin orta qiymətləri  $A_{2959}/A_{1545}$ ,  $A_{1650}/A_{1545}$ ,  $A_{1080}/A_{1545}$ ,  $A_{1080}/A_{1243}$ ,  $A_{1080}/A_{1170}$  iki qrup üçün səciyyəvi olaraq biomarker rolunu oynaya bilər.

**Açar sözlər:** ağciyər karsinoması, qan plazması, spektral biomarker, FÇİQ (Furye Çevirici İnfraqırmızı) spektroskopiya

**PACS:** 87.64.Ve

## GİRİŞ

Bir çox inkişaf etmiş ölkələrdə xərçəng xəstəliklərinin həm geniş şəkildə yayılması, həm də bu xəstəlikdən ölüm hallarının sayının digər xəstəliklərlə müqayisədə yuxarı olması onu biotibbin əsas prioritet məsələlərindən birinə çevirməkdədir [1]. Digər xərçəng növlərindən fərqli olaraq ağciyər xərçəngi üçün skrining metodu hələ ki yoxdur. Ona görə də, ağciyər xərçəngi xəstələrinin erkən aşkarlanması mümkün deyil. Xəstəlik simptomlarının əmələ gəlməsi isə xərçəngin əsasən son mərhələlərində baş verir və bu xəstələrin tam sağlması demək olar ki, mümkün olmur. Ağciyər xəstələrinin effektiv müalicəsi üçün bu xəstəliyin erkən aşkarlanması çox vacibdir. Bu da effektiv skrining metodlarının yaradılmasını vacib edir.

Ağciyər karsinoması ağciyər toxumasını təşkil edən epitel hüceyrələrində yaranan bədxassəli şişdir [2]. Ağciyər karsinomasının siqaret çəkənlər arasında daha çox müşahidə olunmasına baxmayaraq, genetik, stress, ətraf mühit faktorları da bu xəstəliyin yaranmasında mühüm rol oynayır [4],[2]. Xüsusən də son illərdə xəstəliyin siqaret çəkməyən qadınlarda artması skrining metoduna olan marağı daha da gücləndirmişdir [5],[1].

Hal-hazırda geniş istifadə olunan diaqnostik metodlardan məsələn, kompüter tomoqrafiyası, MRT (maqnit rezonans tomoqrafiya), PET (pozitron emissiyası tomoqrafiyası) bir sıra xəstəliklərin aşkarı üçün mükəmməl vasitələr hesab olunsa da, bu üsullar xəstəliyin aşkarlanmasının geniş tətbiqinə (skriningə) imkan vermir [4, 2]. İnfraqırmızı spektroskopiyanın tətbiqi ilə spektr boyunca meydana çıxan piklərin intensivliyi, forması, sürüşməsi tədqiq edilmiş materialdan asılı olaraq molekulyar səviyyədə funksional qruplar və kimyəvi rabitələr haqqında informasiya almağa və onları diskriminasiya etməyə imkan verir [6, 2, 7]. Ucuz

və sürətli ölçmə işlərinin həyata keçirilməsində Furye Çevirici İnfraqırmızı spektroskopiyaya molekulyar səviyyədə hər hansı bir xəstəliyin ilkin çağlarda təyini mümkün edir [8, 9, 2, 10, 11]. Belə ki, 1980-ci illərdən etibarən FÇİQ spektroskopiyaya bağırsağ xərçəngi, uşaqlıq yolu xərçəngi, betta talasemiyası, mədə xərçəngi və bir sıra xəstəliklərinin aşkar edilməsində tətbiq edilməkdədir [12, 4, 2]. Tədqiqat işində ağciyər xərçənginin aşkarlanması üçün insan qan plazmasının FÇİQ spektral analizindən istifadəsinin mümkünlüyünə və bununla əlaqədar səciyyəvi piklərin təyininə baxılmışdır [4, 2, 1]. Əvvəlki işimizdə süni intellektin ağciyər karsinoması və sağlam insanların qan plazmasının FÇİQ spektrlərinə tətbiqi klassifikasiyanın yüksək dəqiqliklə aparmağa imkan vermişdir [1].

Süni intellekt vasitəsi ilə alınan nəticələri molekulyar cəhətdən daha dolğun əsaslandırmaq üçün, bu işdə ağciyər karsinoması xəstələrinin qan plazmasının sağlam insanlarla müqayisədə FÇİQ spektrlərində fərqləndirici xüsusiyyətlər tədqiq edilmiş və bu fərqlərin molekulyar (və ya molekula daxil olan qrup) səviyyədə izahı verilmişdir.

## MATERİALLAR VƏ METODLAR

**Nümunələrin hazırlanması.** Helsinki Bəyannaməsi müddəalarına uyğun şəkildə kliniki olaraq 36 nəfər sağlam (yaş həddi 30-70) və 37 nəfər ağciyər karsinoması diaqnozu qoyulmuş xəstələrdən (yaş həddi 20-65) venoz qan nümunələri toplanmışdır. Laxtalanmanın qarşısının alınması məqsədilə qan nümunələri xüsusi EDTA tərkibli sınaq şüşələrinə yığılmışdır. Sentrifüqa vasitəsilə qan nümunələrindən eritrositlər, leykositlər, trombositlər çökdürüldükdən sonra supernatant hissədə yerləşən plazma 10 dəqiqə ərzində 10000dövr/dəq olmaqla ayrılmışdır. Daha sonra plazma nümunələri təcrübəyə qədər  $4^{\circ}\text{C}$  temperaturda saxlanılmışdır. Bar-

maq ucundan götürülmüş qan minimal invaziv hesab olunsada, qanın hüceyrəarası maye ilə qarışması ölçmə zamanı artefaktların meydana gəlməsinə yol açar. Xüsusi olaraq qeyd edilməlidir ki, bu işdə tədqiq edilən qan nümunələrinin heç biri əvvəlki işimizə daxil ediləməyib [1].

**Furye Çevirici İnfraqırmızı Spektroskopiya.**

Ölçmələr Almaniyanın Bruker firmasının istehsalı olan BioATR (ZnSe) aksesuarlı (VERTEX 70 VXSA) spektrometri vasitəsilə aparılmışdır. Tətbiq edilən plazma nümunəsinin həcmi 5 µL olmaqla uyğun temperatur 20°C seçilmişdir. Plazma nümunələrinin və suyun temperaturunun eyni və stabil olması məqsədilə hər bir nümunə ölçmədən əvvəl müvafiq olaraq 10 dəqiqə ərzində termostatda qalmışdır.

Ölçmələr plazma nümunələrinin informativ xüsusiyyətlərinə uyğun olaraq orta-ınfraqırmızı (400-4000sm<sup>-1</sup>) oblastda aparılmışdır. Hər bir nümunə üçün 512 spektr ortalanmışdır və spektral ayırıcılıq 2 sm<sup>-1</sup> seçilmişdir [6].

Plazma nümunələrinin maye təbiətli olmasını nəzərə alaraq hər bir nümunənin spektrindən suyun spektral payının çıxılması vacibdir. Belə ki, qan plazmasını

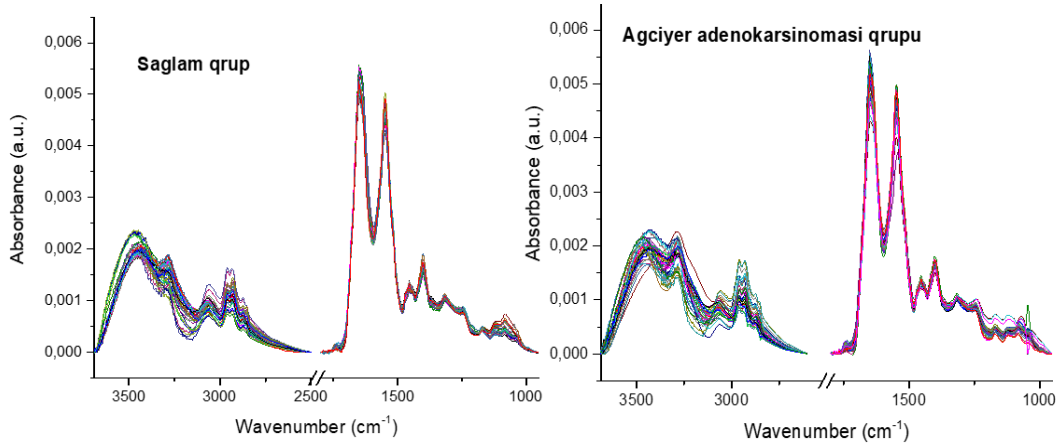
təşkil edən bioloji aktiv maddələrdən başqa, onun tərkibində suyun olması da tədqiqat üçün mühüm hesab edilən piklərin görünməsinə əngəlləyir. Bu məqsədlə plazma nümunəsinin spektrindən suyun spektrinin çıxılması və bu zaman alınan spektrdə yalnız suya məxsus olan (2000-2370sm<sup>-1</sup>) bölgədə maksimum hamarlığın əldə olunması vacibdir.

Hər bir nümunəyə məxsus FÇİQ spektrlərinin baza xətti korreksiya edildikdən sonra, analiz üçün informativ olan “barmaqizi”(950-1800cm<sup>-1</sup>) və “lipid”(2600-3700cm<sup>-1</sup>) zonalarına bölünür. Hər bir spektral hissə spektrin sahəsinə görə normallaşdırıldıqdan sonra statistik analiz üçün birləşdirilərək tam spektr halına gətirilir.

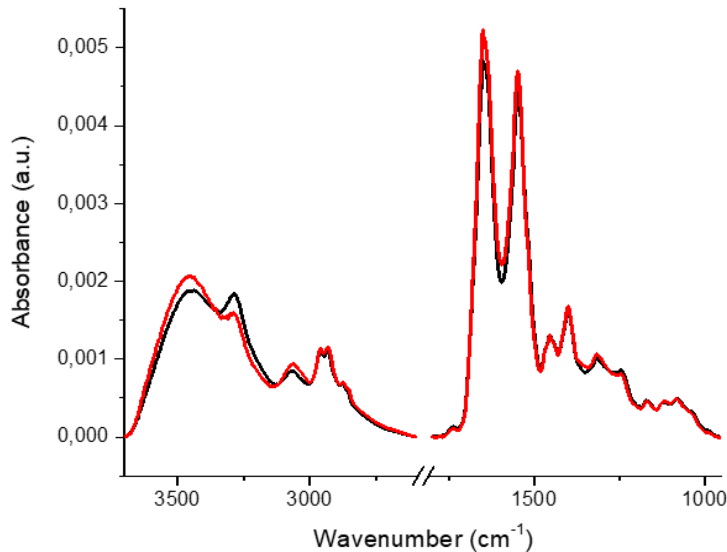
**NƏTİCƏLƏR VƏ MÜZAKİRƏ**

**Spektral analiz**

Material və metodlar hissəsində göstəriləyi kimi bütün spektrlər sahəyə görə normallaşdırıldıqdan sonra barmaqizi (1800-950 sm<sup>-1</sup>) və lipid (3700-2600 sm<sup>-1</sup>) zonalarına bölünür. Şəkil 1-dən görüldüyü kimi, qan plazması nümunələrinin FÇİQ spektrləri sağlam və xəstə insanlar üçün qruplaşdırılmışdır.



Şəkil 1. Sağlam və ağciyər karsinomu qrupunu təsvir edən qan plazma nümunələrinin FÇİQ spektrləri.



Şəkil 2. Sağlam (qırmızı) və xəstə (qara) qrupu təsvir edən plazma nümunələrinin ortalanmış FÇİQ spektrləri.

Ağciyər karsinoması xəstələri və sağlam insanların qan plazmasının FÇİQ spektrləri əsasında spektral komponentlərin intensivliklərindəki dəyişikliklər  $3280\text{sm}^{-1}$ ,  $3060\text{sm}^{-1}$  və  $1314\text{sm}^{-1}$  dalğa ədədləri ətrafında müşahidə edilmişdir (şəkil 1). Göründüyü kimi spektral komponentlərin amplitudları hər iki qrup daxilində fərqlənir. Ağciyər karsinoması xəstələrində komponentlərlə bağlı dəyişikliklər xərçəng xəstəliyinin mərhələsindən asılıdır. Belə ki, xərçəng xəstəliyi çoxfaktorlu olduğundan, qanla bağlı spektral komponentlərdəki dəyişikliklər müxtəlif hissələrdə meydana çıxıb bilər [1]. Hər iki qrupu təsvir edən spektrlərdə piklərin sürüşməsi və amplitudları ilə bağlı dəyişikliklər cədvəl 1-də göstərilmişdir.

Şəkil 2-də isə hər iki qrupu xarakterizə edən qan plazması nümunələrinin ortalanmış FÇİQ spektrləri göstərilmişdir. Belə ki,  $3280\text{sm}^{-1}$ ,  $2950\text{sm}^{-1}$ ,  $2930\text{sm}^{-1}$ ,  $1740\text{sm}^{-1}$ ,  $1400\text{sm}^{-1}$  dalğa ədədlərinə yaxın hissələrdə xəstə qrupu təsvir edən piklərin amplitudları sağlam qrupa nəzərən yüksək olsa da,  $3060\text{sm}^{-1}$ ,  $2850\text{sm}^{-1}$ ,  $1650\text{sm}^{-1}$ ,  $1545\text{sm}^{-1}$ ,  $1170\text{sm}^{-1}$ ,  $1080\text{sm}^{-1}$  ətrafda amplitud nisbətində bu fərq daha kiçikdir. Xüsusi olaraq  $2870\text{sm}^{-1}$ ,  $1450\text{sm}^{-1}$ ,  $1310\text{sm}^{-1}$ ,  $1240\text{sm}^{-1}$  dalğa ədədlərinə yaxın hissələrdə isə sağlam qrupla müqayisədə kəskin fərq müşahidə edilməmişdir.

Cədvəl 1.

Sağlam və xəstə insanların qan plazmalarının FÇİQ spektrlərində xəstəlik klassifikasiyası üçün vacib olan piklərin təsviri.

Pikin mövqeyi (Karsinoma) ( $\nu\text{sm}^{-1}$ )	Pikin mövqeyi Sağlam ( $\nu\text{sm}^{-1}$ )	Spektral piklərin təsnifatı	İstinadlar
3284	3281	Amid A qrupu	[2],[12]
3065	3062	C <sub>2</sub> aromatik dartılma	[2],[14]
2958	2959	CH <sub>3</sub> asimmetrik dartılma	[2],[12],[9],[10]
2932	2932	CH <sub>2</sub> asimmetrik dartılma	[2],[12],[9]
2872	2872	CH <sub>3</sub> simmetrik dartılma	[2],[9]
2854	2855	CH <sub>2</sub> dartılma	[2]
1743	1741	C=O dartılma	[2],[12]
1650	1651	Amid I qrupu	[2],[12],[14],[9],[10]
1548	1548	Amid II qrupu	[2],[12],[14],[9],[10]
1454	1454	CH <sub>2</sub> deformasiya	[2],[12],[9]
1401	1401	Zülallarda metil qrupunun CH <sub>3</sub> əyilməsi	[2],[12],[10]
1314	1316	Amid III qrupu	[2],[12],[10]
1246	1244	PO <sub>2</sub> <sup>-</sup> asimmetrik dartılma	[2],[12],[9]
1171	1172	Zülallarda C-O(H) dartılma	[2],[12],[9]
1079	1080	PO <sub>2</sub> <sup>-</sup> simmetrik dartılma	[2],[12],[14],[9],[10]

#### Pik amplitudlarının nisbətlərinin analizi

Ağciyər karsinomasına məxsus qan plazmasının sağlam insanlardan fərqlənməsini nümayiş etdirmək üçün hər iki spektrdə müşahidə olunan xüsusi pik amplitudlarının nisbətində baxılmışdır. Belə ki,  $2997\text{-}2887\text{sm}^{-1}$  zonası asimmetrik C-H uzanma (lipid) və  $1593\text{-}1480\text{sm}^{-1}$  hissəsi Amid II qrupu üçün xarakteristik olduğundan  $A_{2959}/A_{1548}$  nisbəti uyğun olaraq lipid/zülal üçün hesablanmışdır [2]. Bu işdə  $A_{2959}/A_{1545}$  nisbətində əsasən orta qiymət ağciyər karsinoması xəstələri üçün  $0.276$  təşkil etdiyi təqdirdə, sağlam insanlar üçün bu göstərici  $0.236$ -a bərabərdir. Bu hal ağciyər karsinoması xəstələrində lipid miqdarının zülal miqdarına nəzərən çox olmasını göstərir.

Zülalların Amid I qrupuna məxsus  $1650\text{sm}^{-1}$  dalğa ədədinə əsasən  $A_{1650}/A_{1545}$  nisbəti isə zülal quruluşu və onun komponentləri ilə bağlı dəyişiklikləri əks etdirir. Bu işdə  $A_{1650}/A_{1548}$  pik nisbətləri üçün orta qiymət

xəstə və sağlam qruplar üçün müvafiq olaraq  $1.086$  və  $1.146$  olaraq təyin edilmişdir [2]. Nəticədən göründüyü kimi, N-H əyilmə və karbonil qrupuna məxsus C-N uzanma xəstə qrup üçün daha aşağıdır.

Nuklein turşularına məxsus PO<sub>2</sub><sup>-</sup> simmetrik uzanmanın  $1080\text{sm}^{-1}$  dalğa ədədi ətrafında müşahidə olunmasını nəzərə alaraq  $A_{1080}/A_{1548}$  nisbəti DNT səviyyəsinin təyini üçün hesablanmışdır [2]. Alınan nəticəyə əsasən xərçəng xəstələri üçün bu göstərici  $0.116$  olduğu halda sağlam insanlar üçün müvafiq nisbət  $0.093$  olaraq təyin edilmişdir. Vanq tədqiqatına əsasən sağlam qrupla müqayisədə karsinoma xəstələri üçün uyğun nisbət yuxarı olması DNT artıqlığının ağciyər xərçəngi hüceyrələrinin nekrozisi və apoptozisi ilə izah oluna bilər [2].

Eləcə də, nuklein turşularına məxsus PO<sub>2</sub><sup>-</sup> asimmetrik uzanmaya uyğun olaraq  $A_{1080}/A_{1246}$  nisbəti nuklein turşularında quruluş dəyişiklikləri ilə əlaqədardır

[2]. Bu işdə hər bir pikə uyğun ortalanmış  $A_{1080}/A_{1243}$  nisbəti karsinoma xəstələri üçün 0.046 olduğu halda sağlam insanlar 0.083-a bərabər olmuşdur.

Zülallarda teronin, tirozin və serin qalıqlarına məxsus C-O(H) qruplarına uyğun olaraq  $A_{1080}/A_{1171}$  nisbəti üçün aparılan hesablamalara əsasən ağciyər xərçəngi xəstələrində nuklein turşularının miqdarının sağlam qrupa əsasən daha çox olduğu müəyyən edilmişdir [2]. Belə ki, müvafiq nisbət karsinoma xəstələri üçün 0.631 olduğu təqdirdə, sağlam insanlar üçün bu göstərici 0.484 olmuşdur.

## YEKUN

Aparılan tədqiqat işində ağciyər karsinoması və sağlam insanların qan plazmasının FÇİQ spektrləri analiz edilmişdir. Hər iki qrupu xarakterizə edən spektr

boyunca müşahidə olunan piklərin amplitudu və sürüşməsindəki fərqlərə əsasən xəstə qrupu sağlam qrupdan ayırmaq mümkün olmuşdur. Bundan əlavə 5 pik amplitud nisbətinin ( $A_{2959}/A_{1545}$ ,  $A_{1650}/A_{1545}$ ,  $A_{1080}/A_{1545}$ ,  $A_{1080}/A_{1243}$ ,  $A_{1080}/A_{1170}$ ) orta qiyməti ağciyər karsinoması xəstələrini sağlam insanlardan ayırmaq üçün mükəmməl biomarker rolunu oynayır.

## Minnətdarlıq

Bu iş Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Elmin İnkişafı Fondunun dəstəyi ilə aparılıb (Layihə № EİF-MQM-ETS-2020-1(35)-08/07/3-M-07). Müəllif FÇİQ spektrlərinin çəkilişində göstərdiyi dəstəyə görə AMEA-nın Fizika İnstitutuna minnətdarlığımı bildirir.

- 
- [1] *O.K.Gasymov, A.H.Aydemirova, L.A.Melikova, J.A.Aliyev.* Artificial Intelligence to classify human lung carcinoma using blood plasma FTIR spectra., *App.Comp.Math.*, vol.20.N.2, pp.277-289.
- [2] *H.P.Wang, H.C. Wang, Y.J. Huang.* Microscopic FTIR studies of lung cancer cells in pleural fluid. *The science of the total environment.*, 1997, vol.204, pp.283-287.
- [3] *Paul D.Lewis, Keir E.Lewis.* Evaluation of FTIR spectroscopy as a diagnostic tool for lung cancer using sputum., *BMC Center.*, 2010, vol.10, pp.640-650.
- [4] *G.Sutedja.* New techniques for early detection of lung cancer., *European Respiratory Journal*, 2003, vol 21(39), pp.57-66.
- [5] *Basil Rigas, Patrick T.T.Wong.* Human colon adenocarcinoma cell line display infrared spectroscopic features of malignant colon tissues, *Cancer Research.*, 1992, vol.52, pp. 84-88.
- [6] *Kan-Zhi Liu, Kam Sze Tsang, Chi Kong Li.* Infrared spectroscopic identification of beta-thalassemia, *Clinical chemistry*, 2003, vol.49(7), pp.1125-1132.
- [7] *Anila Kumari, Shalmali Bhattacharya.* Application of FTIR spectroscopy as a tool for early cancer detection., *American Journal of biomedical sciences.*, 2018, ISSN (1937-9080), pp.139-48.
- [8] *Daping Sheng, Yican Wu, Xin Wang.* Comparison of serum from gastric cancer patients and from healthy persons using FTIR spectroscopy. *Spectrochimica Acta-Part A*, 2013 (116), pp. 365-369.
- [9] *Janina Kneipp, Michael Beekes.* *The Journal of Neuroscience.*, 2002, vol 22(8)., pp. 2989-2997.
- [10] *Kazuyuki Yano, Susumu Ohoshima.* Evaluation of glycogen level in human lung carcinoma tissues by an infrared spectroscopic method. *Cancer Letters.*, 1996, vol. (110), pp. 29-34.
- [11] *Daping Sheng, Xingcun Liu.* Distinction of leukemia patients and healthy person's serum using FTIR spectroscopy., 2013, (101), pp. 228-232.
- [12] *U.Yizhuang.* Distinguishing malig.from normal stomach tis.and its in vivo in situ meas-t in ope.proc.using FTIR., *Fiber-optic techniques.*, *Science in China.*, 2005, vol. 48, N.2, pp.168-175.

**А. Г. Айдамирова**

## ОТЛИЧИТЕЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ИФП СПЕКТРОВ ПЛАЗМЫ КРОВИ ЗДОРОВЫХ ЛЮДЕЙ И ПАЦИЕНТОВ ДИАГНОЗОМ АДЕНОКАРЦИНОМА ЛЁГКИХ.

В предыдущих исследованиях нам удалось с высокой точностью классифицировать группу здоровых и больных людей, применив искусственный интеллект, к спектрам плазмы крови здоровых и больных людей с диагнозом рак легких. Таким образом, используя различные статистические методы, такие как "Linear SVM" (машина опорных векторов), "PLS-DA" (частично квадратный дискриминантный анализ) и "Random Forest", можно определить здоровую и больную группу с точностью 80% и 90% соответственно.

В данном исследовании изучили отличительные особенности ИФП спектров плазмы крови больных раком легкого и здоровых людей. Эти различия были объяснены на молекулярном (или молекулярно-групповом) уровне. Для проведения данных экспериментов были взяты плазмы крови, у 36 здоровых и 37 больных пациентов с диагнозом карцинома легких, затем были сняты ИФП спектры. В участках спектров, близких к волновым числам  $3450\text{ см}^{-1}$ ,  $3280\text{ см}^{-1}$ ,  $3060\text{ см}^{-1}$ ,  $1310\text{ см}^{-1}$ , отчетливо наблюдаются амплитуды и сдвиги пиков, отличающие больные и здоровые группы

людей. Кроме того, в качестве биомаркера, характерного для двух выше указанных групп, могут выступать средние значения отношений амплитуд отдельных пиков  $A_{2959}/A_{1545}$ ,  $A_{1650}/A_{1545}$ ,  $A_{1080}/A_{1545}$ ,  $A_{1080}/A_{1243}$ ,  $A_{1080}/A_{1170}$ .

**A.H. Aydemirova**

**DISTINCTIVE FEATURES OF FTIR SPECTRA OF BLOOD PLASMA OF HEALTHY PEOPLE AND LUNG ADENOCARCINOMA PATIENTS**

In previous studies, we have successfully applied artificial intelligence to FTIR spectra of human blood plasma to classify healthy and lung cancer patients. It is possible to determine healthy and diseased groups with an accuracy of 80% and 90%, respectively, using various statistical methods, such as “Linear SVM” (support vector machine), “PLS-DA” (partial square discriminant analysis) and “Random Forest”.

In this study, we studied the distinctive features of the FTIR spectra of the blood plasma of patients with lung cancer and healthy people. These spectral differences have been explained on the molecular (or molecular-group) level. For these experiments, FTIR spectra of blood plasma from 36 healthy and 37 lung carcinoma patients were analyzed. In spectral regions around the wave numbers  $3450\text{ cm}^{-1}$ ,  $3280\text{ cm}^{-1}$ ,  $3060\text{ cm}^{-1}$ ,  $1310\text{ cm}^{-1}$ , amplitudes and peak shifts were clearly observed, which distinguish sick and healthy groups of people. In addition, the average values of the amplitude ratios of the individual peaks  $A_{2959}/A_{1545}$ ,  $A_{1650}/A_{1545}$ ,  $A_{1080}/A_{1545}$ ,  $A_{1080}/A_{1243}$ ,  $A_{1080}/A_{1170}$  can act as a biomarker characteristic of the above two groups.

*Qəbul olunma tarixi: 29.04.2022*