# YURAK YETISHMOVCHILIGINI NOINVAZIV ANIQLASHDA NAFAS CHIQARISH HAVOSIDAGI UCHUVCHAN ORGANIK BIRIKMALARNING ELEKTROKIMYOVIY SENSORLAR YORDAMIDA TAHLILI

*Narmetova Sevara Yangiboyevna*

*Samarqand davlat tibbiyot universiteti, Farmakologiya kafedrasi o‘qituvchisi*

*Bekmuradov Dovud Ismatullayevich, Feruza Qurbonova Ikrom qizi*

*Samarqand davlat universiteti, Davolash ishi yo‘nalishi, 328-guruh talabasi*

**Annotatsiya**

Yurak yetishmovchiligi yurak-qon tomir tizimining muhim klinik muammolaridan biri bo‘lib, uni erta aniqlash va bemor holatini muntazam kuzatib borish katta ahamiyatga ega. An’anaviy diagnostika usullari bilan bir qatorda, nafas chiqarish havosidagi uchuvchan organik birikmalarni aniqlashga asoslangan noinvaziv texnologiyalar ham ilmiy qiziqish uyg‘otmoqda. Mazkur maqolada nafas tarkibidagi uchuvchan organik birikmalar, xususan, aseton va boshqa metabolik uchuvchan moddalarni elektrokimyoviy sensorlar yordamida aniqlashning nazariy asoslari, analitik imkoniyatlari va amaliy cheklovlari ko‘rib chiqiladi. Sensorlarning sezgirligi, selektivligi, namlikka bog‘liqligi, takrorlanuvchanligi hamda olingan natijalarni klinik ma’lumotlar bilan taqqoslash masalalari tahlil qilinadi. Nafas tahlili yurak yetishmovchiligini mustaqil ravishda tasdiqlovchi usul emas, balki kelajakda qo‘shimcha skrining va monitoring vositasi sifatida rivojlantirilishi mumkin.

**Kalit so‘zlar:** yurak yetishmovchiligi, noinvaziv diagnostika, nafas chiqarish havosi, uchuvchan organik birikmalar, aseton, elektrokimyoviy sensor, gaz sensori, biomarker, analitik selektivlik.

# АНАЛИЗ ЛЕТУЧИХ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ В ВЫДЫХАЕМОМ ВОЗДУХЕ С ПОМОЩЬЮ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ СЕНСОРОВ ДЛЯ НЕИНВАЗИВНОГО ВЫЯВЛЕНИЯ СЕРДЕЧНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ

*Нарметова Севара Янгибоевна*

*Преподаватель кафедры фармакологии Самаркандского государственного медицинского университета*

*Бекмурадов Довуд Исматуллаевич, Феруза Курбонова Икром кизи*

*Студенты 328-й группы направления «Лечебное дело» Самаркандского государственного университета*

**Аннотация**

Сердечная недостаточность является одной из важных клинических проблем сердечно-сосудистой системы, поэтому её раннее выявление и регулярное наблюдение за состоянием пациентов имеют большое значение. Наряду с традиционными методами диагностики научный интерес представляют неинвазивные технологии, основанные на определении летучих органических соединений в выдыхаемом воздухе. В данной статье рассматриваются теоретические основы, аналитические возможности и практические ограничения определения летучих органических соединений, в частности ацетона и других метаболических летучих веществ, с помощью электрохимических сенсоров. Анализируются чувствительность и селективность сенсоров, зависимость их характеристик от влажности, воспроизводимость результатов, а также вопросы сопоставления полученных данных с клиническими показателями. Анализ выдыхаемого воздуха не является самостоятельным методом подтверждения сердечной недостаточности, однако в перспективе может развиваться как дополнительный инструмент скрининга и мониторинга.

**Ключевые слова**: сердечная недостаточность, неинвазивная диагностика, выдыхаемый воздух, летучие органические соединения, ацетон, электрохимический сенсор, газовый сенсор, биомаркер, аналитическая селективность.

## ANALYSIS OF VOLATILE ORGANIC COMPOUNDS IN EXHALED BREATH USING ELECTROCHEMICAL SENSORS FOR THE NON-INVASIVE DETECTION OF HEART FAILURE

*Narmetova Sevara Yangiboyevna*

*Lecturer, Department of Pharmacology, Samarkand State Medical University*

*Bekmuradov Dovud Ismatullayevich, Feruza Qurbonova Ikrom qizi*

*Third-year? No — Students of Group 328, General Medicine Programme,*

*Samarkand State University*

**Abstract**

Heart failure is one of the major clinical problems affecting the cardiovascular system; therefore, its early detection and regular monitoring of patients' conditions are of considerable importance. Alongside conventional diagnostic methods, non-invasive technologies based on the detection of volatile organic compounds in exhaled breath have attracted scientific interest. This article examines the theoretical foundations, analytical capabilities, and practical limitations of detecting volatile organic compounds, particularly acetone and other volatile metabolic compounds, using electrochemical sensors. The sensitivity and selectivity of these sensors, their dependence on humidity, the reproducibility of measurements, and the comparison of the obtained results with clinical data are discussed. Breath analysis is not an independent method for confirming heart failure; however, it may be developed as an additional tool for screening and monitoring in the future.

**Keywords:** heart failure, non-invasive diagnosis, exhaled breath, volatile organic compounds, acetone, electrochemical sensor, gas sensor, biomarker, analytical selectivity.

Kirish

Yurak-qon tomir kasalliklari zamonaviy tibbiyotda dolzarb muammolardan biri hisoblanadi. Ushbu kasalliklar orasida yurak yetishmovchiligi alohida o‘rin egallaydi. Yurak yetishmovchiligi yurakning organizm ehtiyojlariga mos ravishda qonni haydash qobiliyati buzilishi bilan tavsiflanadi. Kasallik nafas qisishi, jismoniy faollikka chidamlilikning pasayishi, oyoqlarda shish, tez charchash va boshqa klinik belgilar bilan namoyon bo‘lishi mumkin.

Yurak yetishmovchiligini aniqlashda bemorning klinik holatini baholash, elektrokardiografiya, exokardiografiya, natriuretik peptidlar va boshqa laboratoriya ko‘rsatkichlaridan foydalaniladi. Biroq ayrim holatlarda bemorni takroriy tekshirish, kasallik dinamikasini kuzatish va tezkor dastlabki baholash uchun qulay qo‘shimcha diagnostik vositalarga ehtiyoj tug‘iladi.

Shu nuqtayi nazardan, nafas chiqarish havosini tahlil qilishga asoslangan noinvaziv diagnostika usullari istiqbolli yo‘nalishlardan biri hisoblanadi. Nafas tarkibida organizmdagi metabolik jarayonlar natijasida hosil bo‘ladigan turli uchuvchan organik birikmalar mavjud. Ularning konsentratsiyasi moddalar almashinuvi, ovqatlanish, jismoniy faollik, nafas olish sharoiti va ayrim kasalliklarda o‘zgarishi mumkin.

Elektrokimyoviy sensorlar gaz tarkibidagi ayrim birikmalarni elektr signaliga aylantirish imkonini beradi. Bunday qurilmalar ixchamligi, tezkor o‘lchash imkoniyati va avtomatlashtirishga mosligi bilan ahamiyatlidir. Shu bilan birga, nafas tarkibidagi moddalar miqdori juda past bo‘lishi, yuqori namlik va boshqa gazlarning mavjudligi o‘lchash natijalariga ta’sir ko‘rsatishi mumkin.

Mazkur maqolaning dolzarbligi yurak yetishmovchiligini noinvaziv baholash uchun nafas tarkibidagi uchuvchan organik birikmalarni elektrokimyoviy usulda aniqlash imkoniyatlarini, ushbu yondashuvning cheklovlarini va uni klinik amaliyotga joriy etish uchun zarur shartlarni tahlil qilish bilan belgilanadi.

**Tadqiqotning maqsadi**

Yurak yetishmovchiligini noinvaziv baholashda nafas chiqarish havosidagi uchuvchan organik birikmalarni elektrokimyoviy sensorlar yordamida aniqlashning ilmiy asoslari, analitik imkoniyatlari va asosiy cheklovlarini tahlil qilish.

**Tadqiqot materiallari va usullari**

Maqola ilmiy adabiyotlar tahliliga asoslangan sharh shaklida tayyorlandi. Tahlilning asosiy yo‘nalishlarini yurak yetishmovchiligining diagnostik mezonlari, nafas chiqarish havosining kimyoviy tarkibi, uchuvchan organik birikmalarning

metabolik ahamiyati va elektrokimyoviy gaz sensorlarining ishlash tamoyillari tashkil etadi.

Nafas tarkibida uchrashi mumkin bo‘lgan aseton, aldegidlar va boshqa uchuvchan organik birikmalarning diagnostik ahamiyati, shuningdek, ularning turli fiziologik va patologik holatlarda o‘zgarishi masalalari ko‘rib chiqildi. Elektrokimyoviy sensorlar faoliyatini baholashda sezgirlik, selektivlik, aniqlash chegarasi, javob berish vaqti, signalning barqarorligi, namlik ta’siri va takrorlanuvchanlik kabi analitik ko‘rsatkichlarga e’tibor qaratildi.

Tadqiqot doirasida yangi bemorlar tekshirilmagan, nafas namunalari olinmagan va mustaqil laboratoriya tajribalari o‘tkazilmagan. Shu sababli maqolada mualliflarning eksperimental natijalari sifatida talqin qilinishi mumkin bo‘lgan raqamli ko‘rsatkichlar keltirilmaydi. Xulosalar ilmiy adabiyotlarni tahlil qilish va umumlashtirishga asoslanadi.

Nafas chiqarish havosidagi uchuvchan organik birikmalarning diagnostik ahamiyati

Nafas chiqarish havosi organizmdagi ayrim metabolik jarayonlar haqida ma’lumot berishi mumkin. Undagi gazlar va uchuvchan organik birikmalar qon aylanishi, to‘qimalardagi biokimyoviy reaksiyalar hamda o‘pka orqali gaz almashinuvi bilan bog‘liq jarayonlar natijasida shakllanadi.

Aseton nafas tarkibida uchrashi mumkin bo‘lgan uchuvchan organik birikmalardan biridir. Uning hosil bo‘lishi, asosan, yog‘ kislotalarining parchalanishi va keton tanachalari almashinuvi bilan bog‘liq. Nafasdagi aseton miqdori ochlik, ovqatlanish tartibi, jismoniy faollik, qandli diabet va boshqa metabolik holatlarga qarab o‘zgarishi mumkin.

Yurak yetishmovchiligi sharoitida metabolizm, qon aylanishi va to‘qimalarning kislorod bilan ta’minlanishida o‘zgarishlar yuz berishi mumkin. Shu sababli nafas tarkibidagi ayrim birikmalarni o‘rganish kasallik bilan bog‘liq metabolik o‘zgarishlarni baholashga yordam berishi mumkin. Biroq bunday bog‘liqlikning mavjudligi muayyan birikma faqat yurak yetishmovchiligiga xos ekanini anglatmaydi.

Shuning uchun nafasdagi asetonni yakka holda yurak yetishmovchiligining ishonchli diagnostik belgisi sifatida qabul qilish mumkin emas. Uning klinik qiymatini aniqlash uchun boshqa kasalliklar, metabolik holatlar va tashqi omillarning ta’sirini hisobga olgan holda maxsus klinik tadqiqotlar o‘tkazish zarur.

Elektrokimyoviy sensorlarning ishlash prinsipi

Elektrokimyoviy sensorlar aniqlanayotgan moddaning sensor materiali bilan o‘zaro ta’siri natijasida yuzaga keladigan elektr xususiyatlaridagi o‘zgarishlarni qayd etadi. Sensorning tuzilishi va faol materialiga qarab, o‘lchash toki, potensial yoki elektr impedansi kabi parametrlar kuzatilishi mumkin.

Gaz sensorlarining ayrim turlarida yarimo‘tkazgich materiallar ishlatiladi. Gaz molekulalarining material yuzasida adsorbsiyalanishi uning elektr o‘tkazuvchanligini o‘zgartirishi mumkin. Bunday o‘zgarishlar mos elektron qurilma yordamida qayd etilib, kalibrlash bog‘lanishi orqali gaz konsentratsiyasini baholash uchun ishlatiladi.

Elektrokimyoviy sensorlarning afzalliklari quyidagilardan iborat:

ixcham va ko‘chma qurilmalar yaratish imkoniyati;

nisbatan tezkor signal olish;

kichik hajmdagi gaz namunalari bilan ishlash imkoniyati;

uzluksiz yoki davriy monitoring tizimlariga integratsiya qilish imkoniyati;

natijalarni raqamli qayd etish va qayta ishlash imkoniyati.

Shu bilan birga, sensorning sezgirligi va selektivligi faol material, elektrod tuzilishi, ish harorati, namlik, gaz oqimining tezligi va boshqa sharoitlarga bog‘liq. Shu sababli laboratoriyada olingan natijalarni to‘g‘ridan-to‘g‘ri klinik sharoitga ko‘chirishdan oldin usulni tegishli sharoitlarda tekshirish va validatsiyadan o‘tkazish talab etiladi.

Biologik va tashqi omillarning sensor natijalariga ta’siri

Nafas tarkibidagi uchuvchan organik birikmalar konsentratsiyasi ko‘plab omillar ta’sirida o‘zgarishi mumkin. Birinchi navbatda, ovqatlanish, ochlik davomiyligi, jismoniy faollik, chekish, qabul qilinayotgan ayrim dori vositalari va metabolik kasalliklar hisobga olinishi kerak.

Ikkinchi muhim omil — nafas namunasining namligidir. Nafas chiqarish havosi suv bug‘iga boy bo‘lgani sababli namlik sensor yuzasidagi jarayonlarga, elektr signaliga va o‘lchashning takrorlanuvchanligiga ta’sir ko‘rsatishi mumkin. Shuning uchun sensorning namlikka sezgirligini aniqlash va zarur hollarda namuna tayyorlash yoki signalni kompensatsiya qilish usullarini ishlab chiqish muhimdir.

Uchinchi omil — selektivlik. Nafas tarkibida bir vaqtning o‘zida ko‘plab gazlar va uchuvchan moddalar mavjud bo‘lishi mumkin. Sensor aniqlanayotgan birikmaga yetarli darajada selektiv bo‘lmasa, boshqa komponentlar ham signalga hissa qo‘shishi ehtimoli mavjud. Bu esa olingan natijalarni noto‘g‘ri talqin qilishga olib kelishi mumkin.

Ushbu muammolarni kamaytirish uchun sensor materialini to‘g‘ri tanlash, kalibrlash, xalaqit beruvchi birikmalar ta’sirini baholash, standart namuna olish sharoitlarini belgilash va natijalarni takroriy o‘lchash muhim hisoblanadi.

Yurak yetishmovchiligini aniqlashda klinik ahamiyati

Nafas tahlilining asosiy istiqboli bemorga qo‘shimcha invaziv aralashuvsiz ma’lumot olish imkoniyatidir. Kelajakda bunday texnologiyalar yurak yetishmovchiligi xavfi mavjud bemorlarni dastlabki baholash yoki kasallik dinamikasini kuzatishda yordamchi vosita sifatida qo‘llanishi mumkin.

Biroq nafasdagi uchuvchan organik birikmalarni o‘lchash natijalari klinik tekshiruvlarni almashtirmasligi kerak. Yurak yetishmovchiligini tashxislashda bemorning shikoyatlari, ko‘rik natijalari, instrumental tekshiruvlar va tegishli laboratoriya biomarkerlari birgalikda baholanadi.

Nafas sensorlarining klinik foydasini tasdiqlash uchun yurak yetishmovchiligi tashxisi qo‘yilgan bemorlar hamda tegishli nazorat guruhlarida tadqiqotlar o‘tkazish zarur. Bunda yosh, jins, buyrak faoliyati, qandli diabet, ovqatlanish holati va boshqa hamroh kasalliklar kabi omillar hisobga olinishi kerak. Sensor natijalari klinik jihatdan tasdiqlangan diagnostik ko‘rsatkichlar bilan taqqoslanishi, usulning sezgirligi, spetsifikligi va takrorlanuvchanligi baholanishi lozim.

Muhokama

Nafas chiqarish havosidagi uchuvchan organik birikmalarni tahlil qilish yurak-qon tomir kasalliklarini noinvaziv baholash uchun istiqbolli ilmiy yo‘nalish hisoblanadi. Elektrokimyoviy sensorlar bunday tahlilni ixcham qurilmalar yordamida amalga oshirish imkoniyatini beradi. Shu bilan birga, texnologiyaning klinik ahamiyati faqat gazni aniqlash imkoniyati bilan emas, balki o‘lchash natijalarining ishonchliligi va klinik tashxis bilan bog‘liqligi orqali belgilanadi.

Eng muhim muammolardan biri — bir xil uchuvchan organik birikma turli kasalliklarda yoki fiziologik sharoitlarda o‘zgarishi mumkinligidir. Masalan, nafasdagi aseton miqdori metabolik holatga sezgir bo‘lib, uni yurak yetishmovchiligi uchun alohida diagnostik belgi sifatida ishlatishda ehtiyotkorlik talab etiladi.

Bundan tashqari, sensor natijalariga namlik, boshqa gazlar, namuna olish usuli va qurilmaning kalibrlanishi ta’sir ko‘rsatishi mumkin. Shu sababli istiqboldagi tadqiqotlar faqat yangi sensor materiallarini yaratish bilan cheklanmasdan, namuna olish protokollarini standartlashtirish, xalaqit beruvchi omillarni kamaytirish va klinik tekshiruvlar bilan taqqoslashga ham qaratilishi kerak.

**Xulosa**

Nafas chiqarish havosidagi uchuvchan organik birikmalarni elektrokimyoviy sensorlar yordamida aniqlash yurak yetishmovchiligini noinvaziv baholash uchun istiqbolli yo‘nalishlardan biridir. Bunday yondashuv ixcham qurilmalar yaratish, tezkor tahlil va bemor holatini takroriy kuzatish imkoniyatlarini rivojlantirishi mumkin. Aseton va boshqa uchuvchan organik birikmalar metabolik jarayonlar haqida ma’lumot berishi mumkin, biroq ularning miqdori yurak yetishmovchiligidan tashqari ko‘plab omillarga ham bog‘liq. Shu sababli alohida birikma asosida kasallikni ishonchli tashxislash mumkinligi hozircha klinik dalillar bilan tasdiqlanishi lozim. Elektrokimyoviy sensorlarni amaliyotga joriy etish uchun ularning sezgirligi, selektivligi, namlikka chidamliligi, takrorlanuvchanligi va klinik ko‘rsatkichlar bilan muvofiqligini baholash zarur. Kelgusida standartlashtirilgan namuna olish usullari va klinik jihatdan tasdiqlangan ko‘p

parametrli tahlil yondashuvlari ushbu texnologiyalarning diagnostik imkoniyatlarini aniqlashga yordam berishi mumkin.

**Foydalanilgan adabiyotlar**

1.McDonagh T. A., Metra M., Adamo M., et al. 2021 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure. European Heart Journal. 2021;42(36):3599–3726. DOI: 10.1093/eurheartj/ehab368.

2.Januzzi J. L., Chen-Tournoux A. A., Moe G. Natriuretic peptide testing in the management of heart failure. Journal of the American College of Cardiology. Yurak yetishmovchiligida natriuretik peptidlar bo‘yicha maqolaning aniq bibliografik ma’lumotlarini nashr oldidan tekshirish lozim.