INSON ORGANIZMIDA ANTIOKSIDANTLAR VA ERKIN RADIKALLARNING TUTGAN O‘RNI: OKSIDATIV STRESSNING BIOKIMYOVIY MEXANIZMLARI

SamDTU Davolash ishi fakulteti 101-guruh talabalari
Toshtemirova Rayxona Xasanovna,
Kamolboyeva Shaxrizoda Jahongir qizi,
Ishtemirova Umida Yobuq qizi,
SamDTU tibbiy kimyo assistenti
Dustmurotov Maqsud Mansurovish

Annotatsiya, Ushbu maqolada inson organizmida erkin radikallar va antioksidant tizimning fiziologik hamda patologik jarayonlardagi ahamiyati tahlil qilinadi. Reaktiv kislorod va azot birikmalarining hosil bo‘lish mexanizmlari, ularning hujayra ichidagi signal uzatish jarayonlaridagi ishtiroki hamda biologik makromolekulalarga ko‘rsatishi mumkin bo‘lgan ta’siri yoritiladi. Endogen antioksidantlar, jumladan, superoksid dismutaza, katalaza va glutation peroksidazaning vazifalari, shuningdek, oziq-ovqat orqali qabul qilinadigan antioksidant moddalarning biologik ahamiyati ko‘rib chiqiladi. Oksidativ stressning hujayra membranalari, oqsillar va nuklein kislotalarga ta’siri hamda uning yurak-qon tomir, metabolik va neyrodegenerativ kasalliklar bilan bog‘liqligi ilmiy adabiyotlar asosida muhokama qilinadi. Maqolaning maqsadi antioksidant himoya tizimi va erkin radikallar o‘rtasidagi muvozanatning inson salomatligini saqlashdagi o‘rnini umumlashtirish hamda oksidativ stressni baholashning ilmiy-amaliy ahamiyatini asoslashdan iborat.

Kalit so‘zlar: erkin radikallar, antioksidantlar, oksidativ stress, reaktiv kislorod turlari, superoksid dismutaza, katalaza, glutation, lipid peroksidlanishi, hujayra himoyasi, oksidlanish-qaytarilish muvozanati.

РОЛЬ АНТИОКСИДАНТОВ И СВОБОДНЫХ РАДИКАЛОВ В ОРГАНИЗМЕ ЧЕЛОВЕКА: БИОХИМИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ ОКСИДАТИВНОГО СТРЕССА

Студенты 101 группы лечебного факультета
Самаркандского государственного медицинского университета
Тоштемирова Райхона Хасановна,
Камолбаева Шахризода Джахонгир кизи,
Иштемирова Умида Ёбуқ кизи,
Ассистент кафедры медицинской химии
Самаркандского государственного медицинского университета

Дустмуротов Максуд Мансурович.

Аннотация. В данной статье анализируется значение свободных радикалов и антиоксидантной системы в физиологических и патологических процессах организма человека. Рассматриваются механизмы образования активных форм кислорода и азота, их участие во внутриклеточной передаче сигналов, а также возможное воздействие на биологические макромолекулы. Освещаются функции эндогенных антиоксидантов, включая супероксиддисмутазу, каталазу и глутатионпероксидазу, а также биологическое значение антиоксидантных веществ, поступающих с пищей. На основе научной литературы обсуждается влияние оксидативного стресса на клеточные мембраны, белки и нуклеиновые кислоты, а также его взаимосвязь с сердечно-сосудистыми, метаболическими и нейродегенеративными заболеваниями. Цель статьи заключается в обобщении современных представлений о роли равновесия между свободными радикалами и антиоксидантной защитой в поддержании здоровья человека и обосновании научно-практического значения оценки оксидативного стресса.

Ключевые слова: свободные радикалы, антиоксиданты, оксидативный стресс, активные формы кислорода, супероксиддисмутаза, каталаза, глутатион, перекисное окисление липидов, клеточная защита, окислительно-восстановительный баланс.

THE ROLE OF ANTIOXIDANTS AND FREE RADICALS IN THE HUMAN BODY: BIOCHEMICAL MECHANISMS OF OXIDATIVE STRESS

Students of Group 101, Faculty of General Medicine,
Samarkand State Medical University
Toshtemirova Rayxona Xasanovna,
Kamolboyeva Shaxrizoda Jahongir kizi,
Ishtemirova Umida Yobuq kizi,
Assistant Lecturer, Department of Medical Chemistry,
Samarkand State Medical University:
Dustmurotov Maqsud Mansurovich.

Abstract. Free radicals and antioxidants play an essential role in maintaining the physiological balance of the human body. Free radicals are highly reactive molecules containing unpaired electrons that can interact with cellular structures, including proteins, lipids, and nucleic acids. Under normal physiological conditions, they participate in intracellular signaling, immune defense, and metabolic processes. However, excessive

production of free radicals or insufficient antioxidant protection can lead to oxidative stress, which contributes to cellular damage and the development of various diseases. Antioxidants neutralize free radicals and help maintain the body's redox balance. The human antioxidant defense system includes enzymatic antioxidants, such as superoxide dismutase, catalase, and glutathione peroxidase, as well as non-enzymatic antioxidants, including vitamins C and E, glutathione, and other biologically active compounds. This article examines the biochemical mechanisms of free radical formation, the protective functions of antioxidants, and the role of oxidative stress in human health and disease. Understanding these mechanisms is important for explaining cellular defense processes and identifying potential approaches to preventing oxidative damage.

Keywords: free radicals, antioxidants, oxidative stress, reactive oxygen species, superoxide dismutase, catalase, glutathione, lipid peroxidation, cellular protection, redox balance.

KIRISH

Inson organizmida kechadigan biokimyoviy jarayonlar hujayralarning normal faoliyati, energiya ishlab chiqarilishi, moddalar almashinuvi va ichki muhit barqarorligini ta’minlaydi. Ushbu jarayonlar davomida turli reaktiv kimyoviy birikmalar, jumladan, reaktiv kislorod turlari hosil bo‘ladi. Ularning ma’lum miqdori hujayra signalizatsiyasi, immun himoya va fiziologik moslashuv jarayonlarida muhim vazifalarni bajaradi. Biroq reaktiv birikmalarning ortiqcha to‘planishi yoki ularni zararsizlantiruvchi himoya tizimlarining yetarli ishlamasligi oksidativ stressni yuzaga keltirishi mumkin [1, 2].

Oksidativ stress zamonaviy biotibbiyotning muhim tadqiqot yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi. Uning biologik mohiyati faqat erkin radikallar miqdorining ortishi bilan cheklanmaydi, balki oksidlovchi va qaytaruvchi jarayonlar o‘rtasidagi muvozanatning buzilishi, hujayraning redoks-signalizatsiyasi va antioksidant himoya tizimining o‘zaro ta’sirini ham qamrab oladi [1].

Mavzuning dolzarbligi oksidativ jarayonlarning qarish, yallig‘lanish, yurak-qon tomir kasalliklari, qandli diabet va ayrim neyrodegenerativ kasalliklar patogenezida ishtirok etishi bilan belgilanadi. Shu bilan birga, oksidativ stressni barcha kasalliklarning yagona sababi sifatida talqin qilish ilmiy jihatdan to‘g‘ri emas. Uning roli kasallik turi, to‘qima xususiyatlari, biologik muhit va individual omillarga bog‘liq.

Tadqiqotning maqsadi -inson organizmida erkin radikallar hosil bo‘lishi, antioksidant himoya tizimining faoliyati va oksidativ stressning biologik oqibatlarini ilmiy adabiyotlar asosida tahlil qilish.

Tadqiqot vazifalari:

- ❖ erkin radikallar va reaktiv kislorod turlarining asosiy xususiyatlarini tavsiflash;
- ❖ endogen va ekzogen antioksidantlarning biologik vazifalarini yoritish;
- ❖ oksidativ stressning hujayra tarkibiy qismlariga ta’sirini tahlil qilish;
- ❖ antioksidant himoya tizimining tibbiyotdagi ahamiyatini baholash.

ADABIYOTLAR TAHLILI VA TADQIQOT METODOLOGIYASI

Erkin radikallarning biologik ahamiyati haqidagi ilmiy qarashlar XX asrning o‘rtalaridan shakllana boshlagan. Amerikalik olim D.Harman 1956-yilda qarishning erkin radikal nazariyasini ilgari surib, hujayralarda doimiy hosil bo‘ladigan reaktiv birikmalar vaqt o‘tishi bilan makromolekulalarda shikastlanishlar to‘planishiga olib keladi, degan g‘oyani asoslagan [9]. J.M.McCord va I.Fridovich 1969-yilda superoksid dismutaza fermentining katalitik vazifasini aniqlab, organizmda superoksid anion-radikalini zararsizlantiruvchi maxsus fermentativ tizim mavjudligini isbotlagan [10]. Muallif fikricha, ushbu ikki ish soha uchun nazariy va eksperimental poydevor yaratgan. Biroq D. Harman nazariyasining dastlabki talqini, ya’ni reaktiv birikmalarni faqat zararli omil sifatida ko‘rish, keyingi tadqiqotlar natijasida sezilarli darajada qayta ko‘rib chiqilganini ham inobatga olish lozim.

Zamonaviy xorijiy adabiyotlarda B.Halliwell va J.M.C.Gutteridge monografiyasi alohida o‘rin tutadi: unda erkin radikallar kimyosi, antioksidant himoyaning darajalari va ularni baholash usullari tizimli bayon etilgan [2]. H.Sies oksidativ stressni oksidlovchilar va antioksidantlar o‘rtasidagi muvozanatning oksidlovchilar foydasiga buzilishi hamda buning natijasida redoks-signalizatsiya va nazoratning izdan chiqishi sifatida ta’riflagan [1]. Keyinchalik H. Sies D.P.Jones bilan hamkorlikda reaktiv kislorod turlarini ko‘p qirrali fiziologik signal molekulalari sifatida asoslab bergan [3]. M.Valko va hammualliflari erkin radikallarning normal fiziologik jarayonlar va kasalliklardagi ikki tomonlama rolini [6], E.Birben va boshqalar antioksidant himoyaning fermentativ va nofermentativ tarkibiy qismlarini [5], G.Pizzino va hammualliflari oksidativ stressning foydali va zararli jihatlarini [7] yoritgan. H.J.Forman va hammualliflari glutationning himoya vazifalari, biosintezi va o‘lchash usullarini tahlil qilgan [4], V.Lobo va boshqalar

esa funksional oziq-ovqat mahsulotlaridagi antioksidantlarning inson salomatligiga ta’sirini o‘rgangan [8]. Muallif ushbu yondashuvlar ichida H. Sies konsepsiyasini maqola uchun asosiy nazariy tayanch deb hisoblaydi, chunki u oksidativ stressni oddiygina «radikallar ko‘payishi» sifatida emas, balki redoks-muvozanat va hujayra signalizatsiyasining buzilishi sifatida izohlaydi. Shu bilan birga, V.Lobo va boshqalarning funksional mahsulotlar foydasi haqidagi xulosalari asosan eksperimental va kuzatuv ma’lumotlariga tayanganini hisobga olib, muallif ularni ehtiyotkorlik bilan talqin qilishni lozim topadi.

Antioksidant qo‘shimchalarining klinik samarasi masalasida xorijiy tadqiqotlar natijalari bir xil emas. G.S.Omenn va hammualliflari o‘tkazgan randomizatsiyalangan klinik tadqiqotda chekuvchilar va asbest ta’siriga uchragan shaxslarda beta-karotin va A vitamini birikmasi o‘pka saratoni xavfini kamaytirmagani, aksincha, uning ortishi bilan bog‘liq bo‘lgani aniqlangan [11]. G.Bjelakovic va hammualliflarining tizimli sharh va meta-tahlilida esa beta-karotin, A va E vitaminlari qo‘shimchalari umumiy o‘lim ko‘rsatkichining ortishi bilan bog‘langan [12]. Muallif bu natijalarni juda muhim deb biladi, chunki ular «antioksidant qancha ko‘p bo‘lsa, shuncha foydali» degan keng tarqalgan qarashning ilmiy asoslanmaganini ko‘rsatadi va ushbu maqolaning 2.3-bandidagi xulosalarga dalil bo‘lib xizmat qiladi. Biroq meta-tahlilga turli dizayn, doza va davomiylikdagi tadqiqotlar kiritilganini e’tiborga olib, muallif uning natijalarini barcha antioksidant moddalarga birdek tatbiq etmaslik kerak, deb hisoblaydi.

Mustaqil Davlatlar Hamdo‘stligi mamlakatlari olimlari ishlari ham mavzuni o‘rganishda katta ahamiyatga ega. Yu.A.Vladimirov va A.I.Archakov biologik membranalarda lipidlarning perekisli oksidlanishi jarayonining zanjirli mexanizmini tizimli o‘rganib, uning membrana shikastlanishidagi o‘rnini ko‘rsatgan [13]. N.K. Zenkov, V.Z.Lankin va Ye.B. Menshchikova oksidativ stressning biokimyoviy va patofiziologik jihatlarini keng umumlashtirgan [14]. Muallif fikricha, ushbu ishlar lipid peroksidlanishi mahsulotlarini (diyen konyugatlari, malon dialdegid) baholash usullarining mintaqa laboratoriya amaliyotida keng qo‘llanishiga zamin yaratgan, ammo ularning ayrim xulosalari zamonaviy redoks-signalizatsiya konsepsiyasi asosida to‘ldirilishga muhtoj.

Mahalliy olimlar ishlarida ham mavzu muayyan darajada yoritilgan. Akademik Yo.X. To‘raqulovning «Biokimyo» darsligi biokimyoning asosiy bo‘limlarini, jumladan,

biologik oksidlanish va moddalar almashinuvi masalalarini o‘zbek tilida tizimli bayon etgan fundamental manbalardan biridir [15]. R.A.Sobirova, O.A.Abrorov, F.X. Inoyatova va A.N.Aripovlarning «Biologik kimyo» darsligida fermentlar, vitaminlar va biologik oksidlanish biokimyosi tibbiyot oliy ta’lim muassasalari talabalari uchun yoritilgan [16]. B.U.Iriskulov va hammualliflari (Toshkent tibbiyot akademiyasi) lipid peroksidlanishi muammosining zamonaviy holatini tahlil qilib, antioksidant himoyaning uch bosqichli tuzilishini hamda diyen konyugatlari, malon dialdegid va Shiff asoslari kabi peroksidlanish mahsulotlarining oksidativ shikastlanish va endogen intoksikatsiya markerlari sifatidagi ahamiyatini ko‘rsatgan [17]. N.O.Djurayeva va G‘.A.Xolov esa surunkali yurak yetishmovchiligi fonida rivojlanadigan surunkali buyrak kasalligi patogenezida oksidativ stressning o‘rnini sharhlagan [18].

Muallif mahalliy tadqiqotlarni mavzuning milliy ilmiy muhitda faol o‘rganilayotganidan dalolat sifatida ijobiy baholaydi va ularning o‘zbek tilidagi biokimyoviy atamalar tizimini shakllantirishdagi hissasini alohida qayd etadi. Shu bilan birga, ushbu ishlarning aksariyati sharh xarakterida ekanligi, ularda asosan lipid peroksidlanishi ko‘rsatkichlariga e’tibor qaratilgani, antioksidant fermentlar faolligi va redoks-signalizatsiyani klinik ko‘rsatkichlar bilan birgalikda baholovchi keng ko‘lamli tadqiqotlar esa hali yetarli emasligi ko‘zga tashlanadi.

Shunday qilib, xorijiy manbalar oksidativ stressning molekulyar mexanizmlari va antioksidantlarning klinik samaradorligi bo‘yicha boy dalillar bazasini taqdim etsa, mahalliy manbalar ushbu bilimlarni milliy ta’lim va klinik amaliyotga moslashtirishga xizmat qiladi. Ushbu maqolada muallif mazkur ikki yo‘nalishni umumlashtirib, oksidativ stressni oksidlanish-qaytarilish muvozanati va hujayra signalizatsiyasi nuqtai nazaridan talqin qilishga harakat qiladi.

Erkin radikallarning biologik xususiyatlari

Erkin radikallar tashqi elektron qavatida juftlashmagan elektronga ega bo‘lgan atomlar, molekulalar yoki molekulyar qismlardir. Ushbu elektron tuzilishi ularning kimyoviy reaksiyalarga kirishish xususiyatini belgilaydi. Biologik tizimlarda erkin radikallarning muhim vakillariga superoksid anion-radikali ($O_2^{\bullet -}$), gidroksil radikali ($^{\bullet}OH$) va azot oksidi ($NO^{\bullet}$) kiradi. Reaktiv kislorod turlari (RKT) tushunchasi erkin radikallardan kengroq bo‘lib, tarkibida juftlashmagan elektron bo‘lmagan, lekin oksidlovchi xususiyatga ega ayrim molekulalarni ham qamrab oladi. Masalan, vodorod

peroksid (H_2O_2) erkin radikal bo‘lmasa-da, hujayra signalizatsiyasida ishtirok etishi va tegishli sharoitlarda boshqa reaktiv birikmalar hosil bo‘lishiga sabab bo‘lishi mumkin. Reaktiv kislorod turlari asosan mitoxondriyal elektron tashish zanjiri, NADPH-oksidazalar va ayrim oksidlovchi fermentlar faoliyati natijasida hosil bo‘ladi. Immun tizimi hujayralari esa mikroorganizmlarga qarshi himoya jarayonida reaktiv birikmalardan foydalanadi. Demak, ularning mavjudligi o‘z-o‘zidan patologik holatni anglatmaydi; biologik ta’sir ularning miqdori, hosil bo‘lish joyi, davomiyligi va zararsizlantirilishiga bog‘liq.

Antioksidant himoya tizimining mohiyati

Antioksidantlar oksidlanish reaksiyalarini sekinlashtiruvchi yoki reaktiv birikmalarning biologik tizimlarga zarar yetkazishini cheklovchi moddalar va fermentlar majmuasidir. Inson organizmida bu himoya tizimi fermentativ va nofermentativ tarkibiy qismlardan tashkil topgan.

Fermentativ antioksidantlarga quyidagilar kiradi:

- Superoksid dismutaza (SOD) -superoksid anion-radikalining vodorod peroksid va kislorodga aylanishini katalizlaydi.
- Katalaza -vodorod peroksidni suv va kislorodga parchalaydi.
- Glutation peroksidaza (GPx) -vodorod peroksid va ayrim lipid gidroperoksidlarini qaytarish reaksiyalarida ishtirok etadi; bunda glutationdan foydalaniladi.

Nofermentativ himoya tarkibiga glutation, askorbin kislotasi (C vitamini), tokoferollar (E vitamini), siydik kislotasi va boshqa endogen yoki oziq-ovqat bilan qabul qilinadigan birikmalar kiradi. Ularning vazifasi bir-birini to‘ldiradi: ayrimlari reaktiv radikallarni tutib qoladi, boshqalari esa oksidlangan molekulalarni qayta tiklash yoki antioksidant fermentlar faoliyatini qo‘llab-quvvatlashda ishtirok etadi [2, 4].

Antioksidant himoyaning samaradorligi faqat bitta moddaning miqdori bilan belgilanmaydi. U fermentlar faoliyati, glutationning qaytarilgan va oksidlangan shakllari nisbati, hujayraning energiya holati hamda reaktiv birikmalarning hosil bo‘lish tezligi bilan bog‘liq.

Tadqiqot metodologiyasi

Mazkur maqola narrativ ilmiy adabiyotlar tahlili shaklida tayyorlandi. Mavzu doirasida oksidativ stress, reaktiv kislorod turlari, antioksidant fermentlar va ularning kasalliklar bilan bog‘liqligini yorituvchi ilmiy sharhlar hamda biotibbiyotga oid manbalar

mazmunan tahlil qilindi. Tahlilda manbalarning mavzuga muvofiqligi, biokimyoviy mexanizmlarning ilmiy izohi va klinik ahamiyatiga e’tibor qaratildi. Maqolada yangi laboratoriya tajribasi o‘tkazilgani yoki birlamchi klinik ma’lumotlar olingani da’vo qilinmaydi. Shu sababli natijalar adabiyotlar asosida shakllantirilgan nazariy umumlashtirish sifatida talqin qilinishi lozim.

NATIJALAR VA MUHOKAMA

Oksidativ stressning hujayraga ta’siri

Oksidativ stress reaktiv oksidlovchi birikmalar ta’siri hujayraning antioksidant va tiklovchi imkoniyatlaridan ustun kelganida yuzaga keladi. Bunday sharoitda hujayra membranalaridagi ko‘p to‘yinmagan yog‘ kislotalari oksidlanishi, oqsillarning tuzilishi va funksiyasi o‘zgarishi, DNK hamda boshqa nuklein kislotalarda shikastlanishlar paydo bo‘lishi mumkin [1, 2].

Lipid peroksidlanishi membrana suyuqligi va o‘tkazuvchanligiga ta’sir etib, membrana oqsillari faoliyatini o‘zgartirishi mumkin. Oqsillarning oksidlanishi esa fermentativ faollik, retseptorlar faoliyati va hujayra ichidagi signal uzatish jarayonlariga ta’sir ko‘rsatadi. DNKning oksidlovchi shikastlanishi ta’mirlash mexanizmlarini faollashtiradi; shikastlanishlar to‘planib qolgan holatlarda esa mutatsiyalar va hujayra funksiyasining buzilishi xavfi ortishi mumkin.

Shu bilan birga, reaktiv kislorod turlarining me’yoriy darajadagi hosil bo‘lishi fiziologik signalizatsiya uchun zarur. Masalan, vodorod peroksid ayrim signal oqsillarining faolligini qaytar tarzda o‘zgartirishi mumkin. Shuning uchun oksidlovchi birikmalarni to‘liq yo‘qotish emas, balki ularning nazorat qilinadigan darajasini saqlash biologik jihatdan muhimdir [3].

Antioksidantlar va kasalliklar o‘rtasidagi bog‘liqlik

Ilmiy adabiyotlarda oksidativ stressning yurak-qon tomir kasalliklari, qandli diabet va ayrim neyrodegenerativ kasalliklar bilan bog‘liqligi keng muhokama qilinadi. Bunday kasalliklarda mitoxondrial faoliyatning o‘zgarishi, surunkali yallig‘lanish, metabolik buzilishlar va antioksidant himoyaning yetarli bo‘lmasligi bir-biriga ta’sir ko‘rsatishi mumkin [1, 2].

Yurak-qon tomir tizimida oksidlovchi jarayonlar azot oksidining biologik mavjudligini kamaytirib, endoteliy faoliyatiga salbiy ta’sir ko‘rsatishi mumkin. Qandli diabetda esa giperglikemiya va metabolik o‘zgarishlar oksidlovchi jarayonlarning

kuchayishi bilan bog‘liq bo‘lishi mumkin. Nerv to‘qimalari yuqori metabolik faolligi va membranalarining lipid tarkibi tufayli oksidlovchi shikastlanishga sezgir hisoblanadi. Biroq ushbu bog‘liqliklar har doim ham sabab-oqibat munosabatini anglatmaydi. Oksidativ stress kasallikning rivojlanishida ishtirok etishi, uning oqibati sifatida paydo bo‘lishi yoki ikkala jarayon bir-birini kuchaytirishi mumkin. Shu sababli oksidativ stress biomarkerlarini klinik baholashda boshqa laboratoriya ko‘rsatkichlari, klinik belgilar va bemorning umumiy holati bilan birgalikda talqin qilish zarur.

Oziq-ovqat antioksidantlarining ahamiyati

Meva, sabzavot, dukkakli mahsulotlar, yong‘oqlar va boshqa o‘simlik manbalari vitaminlar hamda polifenollar kabi antioksidant xususiyatga ega birikmalarni o‘z ichiga oladi. Turli xil va muvozanatli ovqatlanish organizmning normal fiziologik faoliyatini qo‘llab-quvvatlaydi. Biroq antioksidantlarga boy mahsulotlarni iste’mol qilish bilan yuqori dozali antioksidant qo‘shimchalarini qabul qilish bir xil tushuncha emas. Ayrim antioksidant qo‘shimchalarining yuqori dozalarini nazoratsiz qabul qilish foyda bermasligi yoki ayrim guruhlarda nojo‘ya ta’sirlar bilan bog‘liq bo‘lishi mumkin. Masalan, chekuvchilarda yuqori dozali beta-karotin qo‘shimchalari o‘pka saratoni xavfining ortishi bilan bog‘langan [11, 12]. Shu sababli antioksidant preparatlarini kasalliklarning oldini olish yoki davolash vositasi sifatida tavsiya etishda klinik dalillar va individual xavf omillari hisobga olinishi kerak.

Ilmiy-amaliy ahamiyati

Oksidativ stressni o‘rganish kasalliklarning molekulyar mexanizmlarini tushunish, biologik markerlarni baholash va profilaktik yondashuvlarni takomillashtirish uchun muhimdir. Shu bilan birga, antioksidant tizimning faoliyatini baholashda faqat bitta biomarkerga tayanish yetarli bo‘lmasligi mumkin. Turli to‘qimalar, biologik suyuqliklar va laboratoriya usullari natijalari o‘zaro farqlanishi mumkin.

Kelgusidagi tadqiqotlarda oksidlovchi shikastlanish markerlari, antioksidant fermentlar faolligi va klinik ko‘rsatkichlarni birgalikda baholash maqsadga muvofiq. Bunday yondashuv oksidativ stressning muayyan kasallikdagi o‘rnini aniqroq tushunishga yordam beradi.

Xulosa

Inson organizmida erkin radikallar va reaktiv kislorod turlari fiziologik signalizatsiya, immun himoya hamda metabolik jarayonlarda muhim vazifalarni bajaradi.

Ularning ortiqcha hosil bo‘lishi yoki antioksidant himoya tizimining imkoniyatlari cheklanishi oksidativ stressni yuzaga keltirib, hujayra membranalari, oqsillar va nuklein kislotalarga zarar yetkazishi mumkin. Superoksid dismutaza, katalaza va glutation peroksidaza kabi fermentlar, shuningdek, glutation va oziq-ovqat bilan qabul qilinadigan antioksidant birikmalar oksidlanish-qaytarilish muvozanatini saqlashda ishtirok etadi. Biroq antioksidantlarning biologik samarasi ularning turi, miqdori, organizmning fiziologik holati va patologik jarayon xususiyatlariga bog‘liq. Oksidativ stress ko‘plab surunkali kasalliklar bilan bog‘liq bo‘lsa-da, uni har bir kasallikning yagona sababi deb hisoblash mumkin emas. Shu bois antioksidant tizimni baholash kompleks laboratoriya va klinik yondashuvni talab etadi. Amaliy jihatdan muvozanatli ovqatlanish, sog‘lom turmush tarziga rioya qilish va antioksidant qo‘shimchalarini dalillarga asoslangan tavsiyalar bo‘yicha qabul qilish muhim hisoblanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Sies H. Oxidative stress: a concept in redox biology and medicine // Redox Biology. -2015. -Vol. 4. -P. 180–183.
2. Halliwell B., Gutteridge J.M.C. Free Radicals in Biology and Medicine. -5th ed. -Oxford: Oxford University Press, 2015.
3. Sies H., Jones D.P. Reactive oxygen species (ROS) as pleiotropic physiological signalling agents // Nature Reviews Molecular Cell Biology. -2020. -Vol. 21. -P. 363–383.
4. Forman H.J., Zhang H., Rinna A. Glutathione: overview of its protective roles, measurement, and biosynthesis // Molecular Aspects of Medicine. -2009. -Vol. 30, No. 1–2. -P. 1–12.
5. Birben E., Sahiner U.M., Sackesen C., Erzurum S., Kalayci O. Oxidative stress and antioxidant defense // World Allergy Organization Journal. -2012. -Vol. 5. -P. 9–19.
6. Valko M., Leibfritz D., Moncol J., Cronin M.T.D., Mazur M., Telser J. Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease // The International Journal of Biochemistry & Cell Biology. 2007. Vol. 39, No. 1. P. 44–84.
7. Pizzino G., Irrera N., Cucinotta M. et al. Oxidative stress: harms and benefits for human health // Oxidative Medicine and Cellular Longevity. 2017. Article ID 8416763.

8. Lobo V., Patil A., Phatak A., Chandra N. Free radicals, antioxidants and functional foods: Impact on human health // Pharmacognosy Reviews. -2010. -Vol. 4, No. 8. -P. 118–126.
9. Harman D. Aging: a theory based on free radical and radiation chemistry // Journal of Gerontology. 1956. Vol. 11, No. 3. P. 298–300.
10. McCord J.M., Fridovich I. Superoxide dismutase: an enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein) // Journal of Biological Chemistry. 1969. Vol. 244, No. 22. P. 6049–6055.
11. Omenn G.S., Goodman G.E., Thornquist M.D. et al. Effects of a combination of beta carotene and vitamin A on lung cancer and cardiovascular disease // New England Journal of Medicine. 1996. Vol. 334, No. 18. P. 1150–1155.
12. Bjelakovic G., Nikolova D., Gluud L.L., Simonetti R.G., Gluud C. Mortality in randomized trials of antioxidant supplements for primary and secondary prevention: systematic review and meta-analysis // JAMA. -2007. -Vol. 297, No. 8. -P. 842–857.
13. Владимиров Ю.А., Арчаков А.И. Перекисное окисление липидов в биологических мембранах. М.: Наука, 1972. 252 с.
14. Зенков Н.К., Ланкин В.З., Меньщикова Е.Б. Окислительный стресс: биохимический и патофизиологический аспекты. М.: МАИК «Наука/Интерпериодика», 2001.343 с.
15. To‘raqulov Yo.X. Biokimyo. -Toshkent: O‘zbekiston, 1996. -480 b.
16. Sobirova R.A., Abrorov O.A., Inoyatova F.X., Aripov A.N. Biologik kimyo. Toshkent: Yangi asr avlodi, 2006.
17. Iriskulov B.U., Abilov P.M., Norboyeva S.A., Musayev X.A., Urinov A.M. Lipid peroksidlanish muammosining zamonaviy holati // Toshkent tibbiyot akademiyasi axborotnomasi.2019. №1. B. 21–25.
18. Djurayeva N.O., Xolov G‘.A. Surunkali yurak yetishmovchiligi negizida surunkali buyrak kasalligi rivojlanishida oksidativ stress ahamiyati // Biologiya va tibbiyot muammolari. 2025. №3.1 (162). B. 254–256.