METABOLIK SINDROMDA OYOQ ARTERIYALARINING VAQTGA BOG‘LIQ MORFOLOGIK REMODELLANISHI

[1]Otamurodov A.N, [2]Khoshimov B.L
[1]Toshkent davlat tibbiyot universiteti Termiz filiali, Termiz, O‘zbekiston
[2]Kimyo International University in Tashkent, Toshkent, O‘zbekiston

Annotatsiya

Tadqiqot eksperimental metabolik sindrom sharoitida oyoq arteriyalarida morfologik va morfometrik o‘zgarishlarning vaqt bo‘yicha rivojlanishini baholashga qaratildi. Tadqiqot 90 ta jinsiy voyaga yetgan oq erkak laboratoriya kalamushlarida o‘tkazildi. Metabolik sindrom yuqori kaloriyali parhez va ichimlik sifatida 10% li fruktoza eritmasidan foydalanish orqali 30, 60 va 90 kun davomida modellashtirildi. Tashqi yonbosh, son, tizza osti, oldingi va orqa katta boldir arteriyalari morfologik jihatdan o‘rganildi. Natijalar metabolik sindromning 30-kunidayoq tomir bo‘shlig‘ining torayishi, intima va media qavatlarining qalinlashishi, endotelial hujayralar faollashuvi, ichki elastik membrananing yupqalashishi, silliq mushak hujayralarining ko‘payishi va kollagen tolalar ulushining ortishi kabi erta remodellanish belgilarini ko‘rsatdi. 60-kunda ushbu o‘zgarishlar chuqurlashib, endotelial disfunksiya, elastik karkasning qayta tuzilishi va fibrozlanish kuchaydi. 90-kunda esa tomir devorining barcha qavatlarida yaqqol patologik remodellanish, elastik komponentning degradatsiyasi va kollagenning sezilarli to‘planishi kuzatildi. Olingan ma’lumotlar metabolik sindromda periferik arteriyalar shikastlanishi vaqtga bog‘liq progressiv jarayon ekanligini ko‘rsatadi.

Kalit so‘zlar: metabolik sindrom, oyoq arteriyalari, qon tomir remodellanishi, morfometriya, endotelial disfunksiya, intima, media, elastik tolalar, kollagen, aterogen o‘zgarishlar.

Kirish

Metabolik sindrom zamonaviy tibbiyotdagi muhim metabolik va tomir xavf omillarining majmuasi bo‘lib, uning uzoq davom etishi periferik qon tomir tizimida strukturaviy qayta qurilish jarayonlarini kuchaytiradi. Mavjud ma’lumotlarda giperglikemiya, oksidlovchi stress va ilg‘or glikatsiyalangan mahsulotlarning to‘planishi endotelial disfunksiya, vazokonstriksiya hamda tomir silliq mushak hujayralarining fenotipik qayta tuzilishini rag‘batlantirishi qayd etilgan. Shu sababli tomir devoridagi morfologik o‘zgarishlarning qachon boshlanishi va vaqt o‘tishi bilan qanday chuqurlashishini aniqlash periferik tomir shikastlanishining dastlabki bosqichlarini tushunishda muhimdir.

Ushbu tadqiqotning maqsadi tajribaviy metabolik sindrom sharoitida oyoq arteriyalarida 30, 60 va 90 kunlik davrlar davomida yuzaga keladigan morfologik va morfometrik o‘zgarishlar dinamikasini baholashdan iborat.

Material va metodlar

Tadqiqot Toshkent davlat tibbiyot universiteti vivariysining standart sharoitlarida saqlangan, tana vazni 180–220 g bo‘lgan 90 ta jinsiy voyaga yetgan oq erkak laboratoriya kalamushlarida olib borildi. Hayvonlar nazorat va tajriba guruhlariga ajratildi. Tajriba guruhida metabolik sindrom yuqori kaloriyali parhez va ichimlik sifatida 10% li fruktoza eritmasini uzoq muddat qo‘llash orqali 30, 60 va 90 kun davomida modellashtirildi.

Morfologik tadqiqot uchun tashqi yonbosh, son, tizza osti, oldingi va orqa katta boldir arteriyalari olindi. Parafin bloklaridan 4–5 mkm qalinlikdagi ketma-ket kesmalar tayyorlandi. Umumiy gistologik baholash uchun gematoksilin va eozin, biriktiruvchi to‘qima va hujayradan tashqari matriksni baholash uchun Masson pentaxrom usuli qo‘llanildi.

Morfometriya NanoZoomer Hamamatsu raqamli tasvirlarni tahlil qilish tizimi va QuPath dasturi yordamida amalga oshirildi. Tomirning ichki va tashqi diametri, devorning umumiy qalinligi, intima va media qalinligi, intima/media indeksi, ichki elastik membrana qalinligi, silliq mushak hujayralari qatlamlari va zichligi, kollagen hamda elastik tolalarning hajmiy ulushi, endoteliy hujayralari va ularning yadrolari maydoni hamda yadro-sitoplazmatik nisbat ko‘rsatkichlari baholandi. Statistik tahlilda o‘rtacha arifmetik qiymat va uning standart xatosi hisoblandi, guruhlararo farqlar Student mezoni bilan baholandi; $p<0,05$ statistik ahamiyatli deb qabul qilindi.

Natija va muhokama

Metabolik sindromning 30-kunida oyoq arteriyalarida remodellanishning dastlabki belgilariga duch kelindi. Tomir ichki diametri nazorat guruhiga nisbatan kamaydi, tashqi diametr esa nisbatan kam o‘zgardi. Natijada tomir devorining umumiy qalinligi 11,3–21,8% ga ortdi. Intima qalinligi 22,4–47,9% ga, intima/media indeksi 10,8–19,2% ga oshib, subendotelial qatlamning dastlabki giperplaziyasini ko‘rsatdi. Endoteliositlar maydoni va yadrolari maydonining ortishi hamda yadro-sitoplazmatik nisbatning ko‘tarilishi endotelial qatlamning funksional zo‘riqishini aks ettirdi. Shu davrdayoq ichki elastik membrana qalinligi 8,3–15,2% ga kamayib, elastik tolalar miqdori 13,1–18,6% ga pasaydi. Silliq mushak hujayralari qatlamlari va ularning zichligi oshdi, kollagen tolalarining hajmiy ulushi esa 24,1–28,9% ga ko‘paydi.

60-kunda tomir devoridagi o‘zgarishlar ancha chuqurlashdi. Ichki diametrning nazoratga nisbatan kamayishi ayniqsa oldingi katta boldir arteriyasida yaqqol bo‘lib, 20,4% gacha yetdi. Tomir devorining umumiy qalinligi 19,3–35,8% ga ortdi. Intima

qalinligi 46,7–100,0% gacha oshib, intima/media indeksining ortishi bilan birga kechdi. Endoteliositlarning yumaloqlashishi, sitoplazmaning bo‘kishi, ayrim sohalarda o‘choqli deskvamatsiya va hujayralararo bo‘shliqlarning kengayishi endotelial shikastlanishning morfologik belgilarini tashkil etdi. Media qavatining qalinlashishi, silliq mushak hujayralarining gipertrofiyasi va ularning sintetik fenotipga o‘tishiga mos belgilar kuzatildi. Ichki elastik membrana qalinligi yana kamayib, elastik tolalar miqdori 21,0–30,5% ga pasaydi. Kollagen tolalari hajmiy ulushining 42,0–47,2% ga ortishi tomir devorida fibroz qayta qurilishning kuchayayotganini ko‘rsatdi.

90-kunda patologik remodellanish maksimal darajaga yaqinlashdi. Ichki diametr oldingi katta boldir arteriyasida 26,5% ga, tashqi yonbosh arteriyasida 12,3% ga kamaydi. Tomir devorining umumiy qalinligi nazoratga nisbatan 32,9–60,4% ga oshdi. Intima qalinligi 46,5–80,0% ga ortib, endoteliyda polimorfizm, hujayralar va yadrolar kattalashishi, sitoplazmatik bo‘kish, hujayralararo bo‘shliqlarning kengayishi va o‘choqli deskvamatsiya qayd etildi. Ichki elastik membrana 24,1–38,8% ga, elastik tolalar esa 33,9–46,2% ga kamaydi. Media qalinligi 30,6–56,1% ga, silliq mushak hujayralari qatlamlari soni 30,0–63,4% ga oshdi. Adventitsiya qalinligining 36,3–64,6% ga va kollagen tolalarining hajmiy ulushining 72,3–79,3% ga ortishi tomir devorining fibroz qayta qurilishi kuchayganini ko‘rsatdi.

Shunday qilib, 30 kundan 90 kungacha bo‘lgan davrda tomir remodellanishi bir martalik o‘zgarish emas, balki ketma-ket rivojlanadigan jarayon ekanligi ko‘rindi. Dastlab endotelial qatlam va intima ustun darajada zararlanadi; keyinchalik media qavatidagi silliq mushak hujayralari gipertrofiyasi va hujayradan tashqari matriksning qayta qurilishi kuchayadi; uzoqroq ta’sir davrida esa elastik karkasning degradatsiyasi va kollagen to‘planishi ustunlik qiladi. Bu ketma-ketlik metabolik sindrom sharoitida periferik arteriyalarda erta atherogen o‘zgarishlar keyinchalik strukturaviy va fibroz remodellanishga o‘tishini ko‘rsatadi.

Xulosa va tavsiyalar

Tajribaviy metabolik sindrom oyoq arteriyalarida vaqtga bog‘liq progressiv morfologik remodellanishni yuzaga keltiradi. 30-kundan boshlab endotelial faollashuv, intima qalinlashuvi, tomir bo‘shlig‘ining torayishi, silliq mushak hujayralari qatlamlarining ko‘payishi va kollagen to‘planishining dastlabki belgilarini aniqlash mumkin. 60-kunda endotelial shikastlanish va fibroz qayta qurilish kuchayadi, 90-kunda esa elastik karkasning sezilarli degradatsiyasi, media va adventitsiya qalinlashuvi hamda kollagenning katta miqdorda to‘planishi shakllanadi.

Tavsiyalar: metabolik sindromning periferik tomirlarga ta’sirini baholashda faqat klinik yoki biokimyoviy ko‘rsatkichlar bilan cheklanmasdan, morfometrik markerlarni ham hisobga olish maqsadga muvofiq. Ayniqsa intima/media indeksi, ichki

elastik membrana holati, kollagen va elastik tolalar nisbati hamda endoteliositlarning morfometrik ko‘rsatkichlari erta tomir remodellanishini baholash uchun istiqbolli marker sifatida ko‘rib chiqilishi mumkin. Eksperimental modelda 30-kundagi o‘zgarishlarni aniqlash profilaktik va patogenetik yondashuvlarni erta bosqichda baholash uchun asos bo‘la oladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Dietary Supplementation with Silicon-Enriched Spirulina Improves Arterial Remodeling and Function in Hypertensive Rats. PMC, 2019. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6893466/

2. Geographic distribution of metabolic syndrome and its components in the general adult population: A meta-analysis of global data from 28 million individuals. ScienceDirect, 2022. https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0168822722007380

3. Impaired Elastic Properties of the Aorta in Fat-Fed, Streptozotocin-Treated Rats: Vascular Remodeling in Diabetic Arteries. Cardiology, 2009. https://karger.com/crd/article-abstract/114/2/107/77363/

4. Microstructural Characterization of Resistance Artery Remodelling in Diabetes Mellitus. Journal of Vascular Research, 2022. https://karger.com/jvr/article/59/1/50/824332/

5. Peripheral Artery Disease: Molecular Mechanisms and Novel Therapies. Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology. https://www.ahajournals.org/doi/10.1161/ATVBAHA.124.320195

6. Renal denervation restores biomechanics of carotid arteries in a rat model of hypertension. PMC, 2023. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10503847/

7. Survey of the extracellular matrix architecture across the rat arterial tree. PMC, 2022. https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8739875/

8. The Role of Vascular Smooth Muscle Cells in Arterial Remodeling: Focus on Calcification-Related Processes. International Journal of Molecular Sciences, 2019. https://www.mdpi.com/1422-0067/20/22/5694

9. Vascular smooth muscle cell metabolic reprogramming and phenotypic remodeling in atherosclerosis. Cell Death Discovery, 2025. https://www.nature.com/articles/s41420-025-02932-9

10. Worldwide trends in metabolic syndrome from 2000 to 2023: a systematic review and modelling analysis. Nature Communications, 2025. https://www.nature.com/articles/s41467-025-67268-5