

ПЛАСТИК МИКРОЗАРРАЧАЛАРИНИ ИСТЕЪМОЛ ҚИЛГАН ОҚ СИЧҚОНЛАР ЙЎҒОН ИЧАГИНИНГ МОРФОФУНКЦИОНАЛ ХУСУСИЯТЛАРИ

Саидова Ф.И.

Абу Али ибн Сино номидаги Бухоро давлат тиббиёт институти, Бухоро ш.,

Ўзбекистон, e-mail: saidovaferangiz18@gmail.com

<https://doi.org/10.5281/zenodo.22723789>

Qabul qilindi: 4-sentabr 2026-yil • Ma'qullandi: 11-sentabr 2026-yil • Nashr qilindi: 12-sentabr 2026-yil

Резюме.

Овқат ҳазм қилиш тизими микропластик таъсирнинг энг муҳим йўли ҳисобланади ва инсоннинг биологик намуналарида микропластикнинг энг юқори концентрациялари айнан ичакларда аниқланган. Йўғон ичакнинг функционал хусусиятларидан келиб чиққан ҳолда микропластикнинг салбий таъсирини ушбу аъзода ўрганиб чиқиш аҳамиятли ҳисобланади. Микропластик эпителиал хужайраларнинг пролиферацияси, апоптози ва дифференциациясига, метаболизмга ва ичак микрофлораси таркибига таъсир кўрсатади.

Калит сўзлар:

микропластик, йўғон ичак, морфофункционал ўзгаришлар, энтероцитлар, апоптоз.

Микропластик (МП) билан ифлосланишнинг кенг тарқалганлигини инобатга олиб, унинг инсон саломатлигига таъсири муаммоси долзарб бўлиб қолмоқда [1]. МП организмга асосан сув ва озиқ-овқат билан тушади ва кўпинча йўғон ичакда аниқланади. Шунинг учун МП билан ифлосланиш ва ичакнинг морфофункционал ўзгаришлари ўртасидаги боғлиқлик муҳим масала ҳисобланади, чунки бирон бир аъзонинг касалликлари бевосита морфофункционал ўзгаришлар асосида ривожланади [2]. МПнинг токсик ва патогенетик таъсирини баҳолаш учун сўнгги йилларда асосан лаборатория сичқонларида экспериментал тадқиқотлар фаол ўтказилмоқда.

Тадқиқот мақсади: микропластик заррачаларининг соғлом сичқонларнинг йўғон ичагига таъсири ҳақидаги маълумотларни таҳлил қилиш.

Тадқиқот материали ва усуллари. Тадқиқот микропластик заррачаларининг соғлом сичқонларнинг йўғон ичагига таъсири бўйича оригинал экспериментал тадқиқотларнинг натижаларига доир PubMed маълумотлар базасида мавжуд материаллар асосида ўтказилди.

Натижалар ва уларнинг муҳокамаси. Клиник материалларда тадқиқотлар ўтказиш қийин бўлганлиги сабабли, МП таъсирини баҳолаш учун экспериментал моделлардан кенг фойдаланилади. Турли моддаларнинг *in vivo* токсик таъсирини баҳолаш учун энг кенг тарқалган модель лаборатория ҳайвонларида ўтказиладиган тадқиқотдир.

Маълумотлар базасида мавжуд материалларни ўрганиш давомида аниқланишича, МПнинг лаборатория кемирувчи ҳайвонлари соғлиғига таъсири бўйича тадқиқотлар бошланганлигига унча кўп бўлмаган. PubMed базасидаги энг дастлабки ишлар 2017 йилда чоп этилган бўлса-да, 2025 йилда уларнинг сони анчага етиб қолди, бу эса илмий ҳамжамиятнинг МПнинг жамоат соғлиғига таъсири муаммосига қизиқиши ортиб

бораётганидан далолат беради. Дастлабки тадқиқотлар шуни кўрсатдики, перорал қабул қилинганда МП йўғон ичак эпителиал тўсиғининг шикастланишига ва ичак микробиотаси таркибининг ўзгаришига олиб келиши, сичқонларнинг жигари ва буйракларига ўтиб, оксидланиш стрессини ва ёғлар ҳамда углеводлар алмашинувининг бузилишини келтириб чиқариши мумкин.

МП заррачалари сичқонларга оғиз орқали юборилгандан сўнг, улар асосан ичакда тўпланган. Сичқонлар перорал қабул қилган 0,05, 0,5 ва 5 мкм ўлчамдаги полистирол (ПС) заррачаларининг биотақсимланиши 24 соатдан сўнг ўрганилганда уларнинг асосан ичакда тўпланиши қайд қилинган [10]. Бошқа яна бир тадқиқотда сичқонларнинг жигари, буйраклари ва ичагида 5 мкм ва 20 мкм ўлчамдаги ПС заррачаларининг тўпланишини ўрганилган. ПС заррачаларнинг ўрганилган иккала ўлчами ҳам 14 кун ичида барча учта тўқимада стационар ҳолатга етганлиги аниқланган. Таъсирдан 4 ҳафта ўтгач, 5 мкм ўлчамдаги ПС заррачаларининг максимал концентрацияси ичакда аниқланган бўлса, 20 мкм ўлчамдаги ПС заррачалари деярли бир хил миқдорларда сичқонлар жигари, буйраклари ва ичагида топилган [4].

Yang Y-F, et al. (2019 г.) тадқиқотларида сичқонларнинг жигари, буйраклари ва ичагида 5 ёки 20 мкм ўлчамдаги полистирол заррачаларининг биоаккумуляцияси ва токсикокинетикаси/токсикодинамикаси баҳоланган. Ичакда энг юқори биоаккумуляция коэффиценти аниқланиб, бунда 5 мкм ўлчамдаги ПС заррачаларининг таъсири ўртача 17 кун атрофида бўлиши аниқланди. Энг сезгир биомаркерлар орасида ПС заррачаларнинг ўртача бўсаға миқдорлари 5 мкм ўлчамли заррачалар учун тана вазнига нисбатан 8 мкг/г ва 20 мкм ўлчамли заррачалар учун тана вазнига нисбатан 0,71 мкг/г ни ташкил этди [17].

Ингичка ва йўғон ичаклар кўплаб хусусиятларга кўра фарқланади: морфологик тузилиши, ҳужайра таркиби, генлар экспрессияси, фаолияти, микробиоценоз таркиби, иммунреактивлик ва б. [6]. Шунинг учун ичакнинг бу икки қисмини алоҳида текшириш зарур. Ҳозирги вақтда МПнинг ичакка таъсири бўйича тадқиқотларнинг аксарияти йўғон ичакка қаратилган.

Таҳлил қилинган тадқиқотларнинг аксариятида гистологик текширув учун гематоксилин ва эозин билан бўялган йўғон ичак кесмалари тақдим этилган. Тадқиқотларга кўра, МПни истеъмол қилиш йўғон ичак шиллиқ қавати ва шиллиқ ости қаватининг иммун ҳужайралар билан инфильтрациясига олиб келган [7, 9, 16]. Бир қатор тадқиқотларда крипталар орасидаги масофанинг ортиши ва крипталар дисплазияси тасвирланган. Шунингдек, қадаҳсимон ҳужайралар сонининг камайиши [3], шиллиқ ости қавати ёки шиллиқ қаватнинг хусусий пластинкаси шиши, шиллиқ қаватнинг безли гиперплазияси, шиллиқ қаватнинг шикастланиши, эпителийнинг емирилиши қайд этилган [8].

Морфометрик тадқиқотлар давомида крипталар чуқурлигининг ошиши, айри тадқиқотларда крипталар узунлиги ҳамда шиллиқ ва мушак қавати қалинлигининг камайиши аниқланган. Бундан ташқари, юза энтероцитлар баландлигининг пасайиши, крипталар сонининг кўпайиши кузатилган. Шунингдек, яллиғланиш инфильтрациясининг оғирлиги, шикастланишнинг тарқалиши ва чуқурлиги, крипталарнинг шикастланиши, шишнинг йўқлиги ёки мавжудлигини ярим миқдорий баҳолайдиган гистопатологик балл ҳисоблаб чиқилган. Барча тажрибаларда тадқиқотчилар МП таъсирида гистологик баллнинг статистик жиҳатдан сезиларли даражада ошганлигини аниқлаганлар [14, 15].

МПнинг йўғон ичак эпителийсига таъсирига катта эътибор қаратилган. МП йўғон ичак эпителиал ҳужайраларининг апоптози ва пролиферациясини кучайтирганлиги, ичак ўзак ҳужайралари маркерлари мРНК экспрессияси ошганлиги, шунингдек, йўғон ичакда пролиферация маркерларининг ҳажмий улуши ошганлиги қайд қилинган [5, 16]. МП парчаланган каспаза-9, парчаланган каспаза-3 ва Вах проапоптотик омили даражасининг ошишига олиб келган [10, 13]. Йўғон ичакда антиапоптотик омил Bcl-2 даражаси МП таъсирида сезиларли даражада камайган [8].

Тажрибаларда кўпинча қадахсимон хужайралар ва улар ишлаб чиқарадиган шиллиқнинг морфофункционал ҳолати баҳоланган. Кўпчилик муаллифларнинг фикрига кўра, МП қадахсимон хужайраларнинг сони ва уларнинг ҳажмий улушининг камайишига олиб келган. Бироқ, айрим тадқиқотларда қадахсимон хужайралар ҳажмий улушининг ортиши ҳақида хабар берилган [5]. МП таъсиридан сўнг қадахсимон хужайралар нотекис шакл ва ўлчамга эга бўлган. Ҳар бир қадахсимон хужайрадаги шиллиқ массасининг ўртача миқдори сезиларли даражада ошган. Маълумки, қадахсимон хужайралар ишлаб чиқарадиган шилимшиқнинг асосий таркибий қисми Мuc2 муцинидир. Аксарият тадқиқотларга кўра, МП таъсирида йўғон ичакда Мuc2 гликопротеини даражаси ва унинг мРНК экспрессияси пасайган [3, 15, 19]. Бироқ, бошқа бир тадқиқотда Мuc2 мРНК экспрессиясининг ортиши аниқланган [5].

Сичқонларнинг йўғон ичак ва нажас намуналарида бир нечта метаболизмни ўрганишга доир тадқиқотлар ўтказилди. МП ичак микрофлораси ва хужайралар метаболизмига таъсир қилади, аминокислоталар, углеводлар, липидлар, витаминлар ва кофакторлар метаболизмини ўзгартиради [11]. МП қабул қилган сичқонларда йўғон ичакда кислороднинг фаол шакллари ҳосил бўлишининг кўпайиши кузатилган [10]. МП супероксиддисмутаза, глутатионпероксидаза, каталаза ва пероксидаза каби антиоксидант ферментларнинг ишлаб чиқарилиши ва фаоллигига таъсир кўрсатган [12]. Бунда айрим тадқиқотларда бу ферментлар даражаси ва фаоллиги МП таъсирида пасайганлиги [8, 15], бошқа тадқиқотларда [18] ўзгармаганлиги қайд қилинган. Бироқ, муайян ўзгаришларнинг даражаси ва йўналиши турли тадқиқотларда сезиларли даражада фарқ қилган.

МПни истеъмол қилиш сичқонларнинг ичак микробиоценозига сезиларли таъсир кўрсатган, хусусан, ичак микробиоценозида бактерияларнинг асосий турлари *Firmicutes* ва *Bacteroidetes* устунлик қилган [18, 19]. Тадқиқотларда МП таъсирида микроорганизмларнинг тури ва оилалари таркибида турли ўзгаришлар содир бўлиши аниқланган, аммо натижалар пластик тури ва тажриба ўтказилган вақтга қараб кескин фарқ қилди, бу эса турли тадқиқотларнинг маълумотларини таққослаш имконини бермайди. Умуман олганда, барча тадқиқотларда МП таъсирида лактобациллалар улушининг камайиши ва аксинча, патоген бактериялар улушининг ортиши қайд қилинган.

Хулоса. Тажрибавий шароитда лаборатор сичқонларда микропластикни истеъмол қилиш йўғон ичак эпителиал хужайралари пролиферацияси, апоптози ва дифференциациясининг ўзгаришига, қадахсимон хужайралар сонининг ва уларда шиллиқ ишлаб чиқарилишининг камайишига олиб келади. Ушбу морфологик ўзгаришлар микропластик заррачаларини одамда колит ривожланишига олиб келадиган омиллардан бири сифатида кўриб чиқиш кераклигини кўрсатади. Бироқ, пластик тури, заррачалар ўлчами, дозаси ва таъсир вақти тадқиқотларда сезиларли даражада фарқ қилган, бу эса олинган натижаларни таққослашни қийинлаштиради. Шу сабабли, микропластик истеъмоли билан боғлиқ потенциал соғлиқ хавфларини баҳолаш учун кўшимча тадқиқотлар зарур.

Adabiyotlar, References, Литературы:

1. Barceló D, Picó Y, Alfaro AH. Microplastics: Detection in human samples, cell line studies, and health impacts. *Environ Toxicol Pharmacol*. 2023;101:104204.
2. Covello C, Di Vincenzo F, Cammarota G, Pizzoferrato M. Micro(nano)plastics and their potential impact on human gut health: a narrative review. *Current Issues in Molecular Biology*. 2024;46:2658–2677.
3. Choi YJ, Kim JE, Lee SJ, Gong JE, Jin YJ, Seo S, Lee JH, Hwang DY. Inflammatory response in the mid colon of ICR mice treated with polystyrene microplastics for two weeks. *Laboratory Animal Research*. 2021;37:31.
4. Deng Y, Zhang Y, Lemos B, Ren H. Tissue accumulation of microplastics in mice and biomarker responses suggest widespread health risks of exposure. *Scientific Reports*. 2017;7:46687.

5. Djouina M, Vignal C, Dehaut A, Caboche S, Hirt N, Waxin C, et al. Oral exposure to polyethylene microplastics alters gut morphology, immune response, and microbiota composition in mice. *Environmental Research*. 2022;212:113230.
6. Guan Q. A comprehensive review and update on the pathogenesis of inflammatory bowel disease. *Journal of Immunology Research*. 2019;2019:7247238.
7. Huang J, Sun X, Wang Y, Su J, Li G, Wang X, Yang Y, Zhang Y, Li B, Zhang G, Li J, Du J, Nanjundappa RH, Umeshappa CS, Shao K. Biological interactions of polystyrene nanoplastics: their cytotoxic and immunotoxic effects on the hepatic and enteric systems. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 2023;264:115447.
8. Jia R, Han J, Liu X, Li K, Lai W, Bian L, Yan J, Xi Z. Exposure to polypropylene microplastics via oral ingestion induces colonic apoptosis and intestinal barrier damage through oxidative stress and inflammation in mice. *Toxics*. 2023;11:127.
9. Li B, Ding Y, Cheng X, Sheng D, Xu Z, Rong Q, Wu Y, Zhao H, Ji X, Zhang Y. Polyethylene microplastics affect the distribution of gut microbiota and inflammation development in mice. *Chemosphere*. 2020;244:125492.
10. Liang B, Zhong Y, Huang Y, Lin X, Liu J, Lin L, Hu M, Jiang J, Dai M, Wang B, Zhang B, Meng H, Lelaka JJJ, Sui H, Yang X, Huang Z. Underestimated health risks: polystyrene micro- and nanoplastics jointly induce intestinal barrier dysfunction by ROS-mediated epithelial cell apoptosis. *Particle and Fibre Toxicology*. 2021;18:20.
11. Liu S, Wang Z, Xiang Q, Wu B, Lv W, Xu S. A comparative study in healthy and diabetic mice followed the exposure of polystyrene microplastics: differential lipid metabolism and inflammation reaction. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 2022;244:114031.
12. Ma J, Wan Y, Song L, Wang L, Wang H, Li Y, Huang D. Polystyrene nanobeads exacerbate chronic colitis in mice involving in oxidative stress and hepatic lipid metabolism. *Particle and Fibre Toxicology*. 2023;20:49.
13. Park SB, Jung WH, Choi KJ, Koh B, Kim KY. A comparative systematic analysis of the influence of microplastics on colon cells, mouse and colon organoids. *Tissue Engineering and Regenerative Medicine*. 2023;20:49–58.
14. Sun H, Chen N, Yang X, Xia Y, Wu D. Effects induced by polyethylene microplastics oral exposure on colon mucin release, inflammation, gut microflora composition and metabolism in mice. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 2021;220:112340.
15. Wen S, Zhao Y, Liu S, Chen Y, Yuan H, Xu H. Polystyrene microplastics exacerbated liver injury from cyclophosphamide in mice: insight into gut microbiota. *The Science of the Total Environment*. 2022;840:156668.
16. Xie S, Zhang R, Li Z, Liu C, Chen Y, Yu Q. Microplastics perturb colonic epithelial homeostasis associated with intestinal overproliferation, exacerbating the severity of colitis. *Environmental Research*. 2023;217:114861.
17. Yang Y-F, Chen C-Y, Lu T-H, Liao C-M. Toxicity-based toxicokinetic/toxicodynamic assessment for bioaccumulation of polystyrene microplastics in mice. *Journal of Hazardous Materials*. 2019;366:703–713.
18. Yu C, Xu Y, Wei Y, Guo Y, Wang Y, Song P, Yu J. Gut microbiota and liver metabolomics reveal the potential mechanism of *Lactobacillus rhamnosus* GG modulating the liver toxicity caused by polystyrene microplastics in mice. *Environmental Science and Pollution Research International*. 2024;31:6527–6542.
19. Zha H, Tang R, Li S, Zhuge A, Xia J, Lv J, Wang S, Wang K, Zhang H, Li L. Effects of partial reduction of polystyrene micro-nanoplastics on the immunity, gut microbiota and metabolome of mice. *Chemosphere*. 2024;349:140940.

МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ТОЛСТОЙ КИШКИ БЕЛЫХ

МЫШЕЙ ПРИ ПОТРЕБЛЕНИИ МИКРОЧАСТИЦ ПЛАСТИКА

Саидова Ф.И.

Бухарский государственный медицинский институт имени Абу Али ибн Сино, г. Бухара, Узбекистан

Резюме.

Пищеварительная система является наиболее важным путем воздействия микропластика, и в биологических образцах человека наибольшие концентрации микропластика были обнаружены именно в кишечнике. Исходя из функциональных особенностей толстой кишки, важно изучить негативное влияние микропластика на этот орган. Микропластик влияет на пролиферацию, апоптоз и дифференцировку эпителиальных клеток, метаболизм и состав микрофлоры кишечника.

Ключевые слова:

микропластик, толстая кишка, морфофункциональные изменения, энтероциты, апоптоз.

MORPHOFUNCTIONAL FEATURES OF THE COLON OF WHITE MICE DURING THE CONSUMPTION OF MICROPARTICLES PLASTIC

Saidova F.I.

Bukhara State Medical Institute named after Abu Ali ibn Sino, Bukhara, Uzbekistan

Resume.

The digestive system is the most important pathway for microplastics, and in human biological samples, the highest concentrations of microplastics were found in the intestines. Based on the functional characteristics of the large intestine, it is important to study the negative impact of microplastics on this organ. Microplastic affects the proliferation, apoptosis, and differentiation of epithelial cells, metabolism, and the composition of intestinal microflora.

Keywords:

microplastics, large intestine, morphofunctional changes, enterocytes, apoptosis.