New Day in Medicine
Новый День в Медицине
NDM

TIBBIYOTDA YANGI KUN

Ilmiy referativ, marifiy-ma'naviy jurnal









AVICENNA-MED.UZ

ISSN 2181-712X.
EiSSN 2181-2187

10 (96) 2026

Сопредседатели редакционной коллегии:

Ш. Ж. ТЕШАЕВ,
А. Ш. РЕВИШВИЛИ

Ред. коллегия:
М.И. АБДУЛЛАЕВ
А.А. АБДУМАЖИДОВ
Р.Б. АБДУЛЛАЕВ
Л.М. АБДУЛЛАЕВА
А.Ш. АБДУМАЖИДОВ
М.А. АБДУЛЛАЕВА
Х.А. АБДУМАДЖИДОВ
Б.З. АБДУСАМАТОВ
У.О. АБИДОВ
М.М. АКБАРОВ
Х.А. АКИЛОВ
М.М. АЛИЕВ
С.Ж. АМИНОВ
Ш.Э. АМОНОВ
Ш.М. АХМЕДОВ
Ю.М. АХМЕДОВ
С.М. АХМЕДОВА
Т.А. АСКАРОВ
М.А. АРТИКОВА
Д.Т. АШУРОВА
Ж.Б. БЕКНАЗАРОВ (главный редактор)
Е.А. БЕРДИЕВ
Б.Т. БУЗРУКОВ
Р.К. ДАДАБАЕВА
М.Н. ДАМИНОВА
К.А. ДЕХКОНОВ
Э.С. ДЖУМАБАЕВ
А.А. ДЖАЛИЛОВ
Н.Н. ЗОЛОТОВА
А.Ш. ИНОЯТОВ
С. ИНДАМИНОВ
А.И. ИСКАНДАРОВ
А.С. ИЛЬЯСОВ
Э.Э. КОБИЛОВ
А.М. МАННАНОВ
И.Ю. МАМАТОВА
Д.М. МУСАЕВА
Т.С. МУСАЕВ
М.Р. МИРЗОЕВА
Ф.Г. НАЗИРОВ
Н.А. НУРАЛИЕВА
Ф.С. ОРИПОВ
Б.Т. РАХИМОВ
Х.А. РАСУЛОВ
Ш.И. РУЗИЕВ
С.А. РУЗИБОЕВ
С.А.ГАФФОРОВ
С.Т. ШАТМАНОВ (Кыргызстан)
Ж.Б. САТТАРОВ
Б.Б. САФОЕВ (отв. редактор)
И.А. САТИВАЛДИЕВА
Ш.Т. САЛИМОВ
Д.И. ТУКСАНОВА
М.М. ТАДЖИЕВ
А.Ж. ХАМРАЕВ
Б.Б. ХАСАНОВ
Д.А. ХАСАНОВА
Б.З. ХАМДАМОВ
Э.Б. ХАККУЛОВ
Г.С. ХОДЖИЕВА
Г.У. НУРОВА
А.М. ШАМСИЕВ
А.К. ШАДМАНОВ
Н.Ж. ЭРМАТОВ
Б.Б. ЕРГАШЕВ
Н.Ш. ЕРГАШЕВ
И.Р. ЮЛДАШЕВ
Д.Х. ЮЛДАШЕВА
А.С. ЮСУПОВ
Ш.Ш. ЯРИКУЛОВ
М.Ш. ХАКИМОВ
Д.О. ИВАНОВ (Россия)
К.А. ЕГЕЗАРЯН (Россия)
DONG JINCHENG (Китай)
КУЗАКОВ В.Е. (Россия)
Я. МЕЙЕРНИК (Словакия)
В.А. МИТИШ (Россия)
В И. ПРИМАКОВ (Беларусь)
О.В. ПЕШИКОВ (Россия)
А.А. ПОТАПОВ (Россия)
А.А. ТЕПЛОВ (Россия)
Т.Ш. ШАРМАНОВ (Казахстан)
А.А. ЩЕГОЛОВ (Россия)
С.Н ГУСЕЙНОВА (Азарбайджан)
Prof. Dr. KURBANHAN MUSLUMOV(Azerbaijan)
Prof. Dr. DENIZ UYAK (Germany)

ТИББИЁТДА ЯНГИ КУН
НОВЫЙ ДЕНЬ В МЕДИЦИНЕ
NEW DAY IN MEDICINE

Илмий-рефератив, маънавий-маърифий журнал
Научно-реферативный,
духовно-просветительский журнал

УЧРЕДИТЕЛИ:

БУХАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
МЕДИЦИНСКИЙ ИНСТИТУТ
ООО «ТИББИЁТДА ЯНГИ КУН»

Национальный медицинский
исследовательский центр хирургии имени
А.В. Вишневского является генеральным
научно-практическим
консультантом редакции

Журнал был включен в список журнальных
изданий, рецензируемых Высшей
Аттестационной Комиссией
Республики Узбекистан
(Протокол № 201/03 от 30.12.2013 г.)

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

М.М. АБДУРАХМАНОВ (Бухара)

Г.Ж. ЖАРЫЛКАСЫНОВА (Бухара)

А.Ш. ИНОЯТОВ (Ташкент)

Г.А. ИХТИЁРОВА (Бухара)

Ш.И. КАРИМОВ (Ташкент)

У.К. КАЮМОВ (Тошкент)

Ш.И. НАВРУЗОВА (Бухара)

А.А. НОСИРОВ (Ташкент)

А.Р. ОБЛОКУЛОВ (Бухара)

Б.Т. ОДИЛОВА (Ташкент)

Ш.Т. УРАКОВ (Бухара)

10 (96)

www.bsmi.uz
https://newdaymedicine.com
E: ndmuz@mail.ru
Тел: +99890 8061882

2026
Октябрь

Received: 20.09.2026, Accepted: 06.10.2026, Published: 10.10.2026

UQK 616-006.2:615.89

MAKROFAGLARNING POLARIZATSIYASI (M1/M2) VA CD MARKERLARI TAHLILI VA MAKROFAGLARNING MORFOLOGIK O‘ZGARISHLARI

Ulugbekova G.J. https://orcid.org/0000-0002-1472-8188

Andijon davlat tibbiyot instituti,
O‘zbekiston, Andijon, Otabekov 1 Tel: (0-374) 223-94-60. E.mail: info@adti.uz

✓ ***Rezyume***

Ushbu maqolada makrofaglarning M1/M2 polarizatsiyasi, ularning funksional xususiyatlari, CD markerlari va morfologik o‘zgarishlari tahlil qilinadi. M1 makrofaglar yallig‘lanish jarayonlarida ishtirok etib, immun himoyasini ta’minlasa, M2 makrofaglar yallig‘lanishni cheklash, to‘qimalar regeneratsiyasi va tiklanishida muhim ahamiyatga ega. CD80, CD86, CD163 va CD206 kabi markerlar makrofaglarning funksional holatini baholashda muhim hisoblanadi. Shuningdek, makrofaglarning shakli, hujayra hajmi va sitoplazmatik tuzilishidagi o‘zgarishlar ularning faollik darajasi bilan bog‘liq holda ko‘rib chiqiladi. Makrofaglar polarizatsiyasini kompleks baholash yallig‘lanish va to‘qimalar tiklanishi mexanizmlarini chuqurroq tushunishga xizmat qiladi.

Kalit so‘zlar: makrofaglar, M1/M2 polarizatsiyasi, CD markerlari, morfologiya, yallig‘lanish, immun javob, to‘qima regeneratsiyasi.

ПОЛЯРИЗАЦИЯ МАКРОФАГОВ (M1/M2), АНАЛИЗ CD-МАРКЕРОВ И МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ МАКРОФАГОВ

Ulugbekova G.J. https://orcid.org/0000-0002-1472-8188

Андижанский государственный медицинский институт,
Узбекистон, Андижон, Ул. Атабеков 1 Тел:(0-374)223-94-60. E-mail: info@adti.uz

✓ ***Резюме***

В статье рассматриваются поляризация макрофагов по фенотипам M1/M2, их функциональные характеристики, CD-маркеры и морфологические изменения. Макрофаги M1 участвуют в развитии воспалительных процессов и обеспечивают иммунную защиту, тогда как макрофаги M2 играют важную роль в регуляции воспаления, регенерации и восстановлении тканей. CD80, CD86, CD163 и CD206 являются важными маркерами для оценки функционального состояния макрофагов. Особое внимание уделяется изменениям формы, размеров клеток и структуры цитоплазмы, отражающим особенности их функциональной активности. Комплексный анализ поляризации, экспрессии CD-маркеров и морфологических характеристик макрофагов способствует более глубокому пониманию механизмов воспаления и репарации тканей.

Ключевые слова: макрофаги, поляризация M1/M2, CD-маркеры, морфология, воспаление, иммунный ответ, регенерация тканей.

MACROPHAGE POLARIZATION (M1/M2), ANALYSIS OF CD MARKERS, AND MORPHOLOGICAL CHANGES IN MACROPHAGES

Ulugbekova G.J. https://orcid.org/0000-0002-1472-8188

Andijan State Medical Institute, 170100, Uzbekistan, Andijan, Atabekova st.1
Тел:(0-374)223-94-60. E-mail: info@adti.uz

✓ ***Resume***

This article examines macrophage polarization into M1/M2 phenotypes, their functional characteristics, CD markers, and morphological changes. M1 macrophages participate in inflammatory processes and contribute to immune defense, whereas M2 macrophages play an important role in inflammation regulation, tissue regeneration, and repair. CD80, CD86, CD163, and CD206 are important markers for assessing the functional status of macrophages. Particular attention is paid to changes in cell shape, size, and cytoplasmic structure, which reflect their functional activity. A comprehensive analysis of macrophage polarization, CD marker expression, and morphological characteristics contributes to a deeper understanding of the mechanisms underlying inflammation and tissue repair.

Keywords: macrophages, M1/M2 polarization, CD markers, morphology, inflammation, immune response, tissue regeneration.

Dolzarbligi

O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 28-yanvardagi **PF–60-son “2022–2026-yillarga mo‘ljallangan Yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to‘g‘risida”gi Farmoni**, 2017-yil 12-iyundagi **PQ–3052-son “Sog‘liqni saqlash organlari faoliyatini yanada takomillashtirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi Qarori**, hamda 2020-yil 10-apreldagi **PQ–4668-son “O‘zbekiston Respublikasida xalq tabobatini rivojlantirishga doir qo‘shimcha chora-tadbirlar to‘g‘risida”gi Qarori**da belgilangan vazifalarga to‘liq mos keladi.

Mazkur maqola ishlanmasi ushbu davlat dasturlarida belgilangan ilmiy-innovatsion yo‘nalishlarga muvofiq amalga oshirilib, xalq tabobati vositalarining saratonga qarshi immunomodulyator va apoptoz-induktor xususiyatlarini chuqur o‘r ganish orqali O‘zbekiston onkologik amaliyotida tabiiy, toksik bo‘lmagan prepa ratlarni joriy etish uchun ilmiy asos yaratadi. Tadqiqot natijalari milliy sog‘liqni saq lash tizimining farmakologik bazasini boyitish, makrofaglar faoliyatini tiklash orqali immunoterapiyaning samaradorligini oshirish va xalq tabobatini zamonaviy biotib biy yondashuvlar bilan integratsiya qilishga xizmat qiladi.

Glioblastoma (GBM) markaziy asab tizimi o‘smalari orasida eng tajovuzkor va davolashga chidamli shakl bo‘lib, uning mikro-muhitida immun hujayralarning disbalansi markaziy rol o‘ynaydi [2]. Ushbu mikro-muhitda tumor-associated macrophages (TAMs) 30–50 % gacha hujayra massasini tashkil etadi va ular o‘sma rivojlanishini, angiogenezni hamda immun qochish mexanizmlarini boshqaradi [3].

Makrofaglar ikki asosiy funktsional holatga ega: M1 (klassik, pro-inflamator) va M2 (muqobil, anti-inflamator) fenotiplar [4]. M1 makrofaglar CD80 va CD86 markerlarini ifodalaydi, yuqori darajada TNF-α, IL-1β, IL-6 kabi sitokinlar ishlab chiqaradi va o‘sma hujayralariga qarshi sitotoksik ta’sir ko‘rsatadi [5]. Aksincha, M2 makrofaglar CD163 va CD206 markerlarini ifodalab, IL-10 va VEGF kabi mediatorlar sekresiyasi orqali immunosupressiya va angiogenezni rag‘batlantiradi. Shu sababli, TAMlarning M2 dan M1ga qayta dasturlanishi (reprogramming) hozirgi zamonaviy immunoterapiya strategiyalarining muhim yo‘nalishlaridan biridir.

Biroq kimyoterapevtik agentlar (masalan, doksorubitsin) immun faollashtiruvchi bo‘lishi bilan birga, sog‘lom to‘qimalarga toksik ta’sir ko‘rsatadi [6]. Shuning uchun tabiiy kelib chiqishga ega, toksikligi past, ko‘p yo‘nalishli fitokomplekslarni o‘sma immun mikro-muhitiga nisbatan qo‘llash so‘nggi yillarda dolzarb ilmiy yo‘nalishga aylandi [7,8].

Ushbu tadqiqotda xalq tabobati asosida ishlab chiqilgan Majmui Raxmoniy va Askaltsiy biologic faol qo‘shilmalarining, shuningdek ularning kombinatsiyasining glioblastoma bioptat hujayralari bilan direct co-culture sharoitida o‘stirilgan makrofaglar fenotipiga ta’siri o‘rganildi. Baholash uchun yuzaki markerlar (CD80, CD86, CD163, CD206) va sitokinlar (TNF-α, IL-10, VEGF) tahlil qilindi. Mazkur yondashuv orqali xalq tabobati komplekslarining immuno-faollashtiruvchi, anti-angiogen va antitumor potensiali ilmiy asosda baholandi.

24 soatlik direct co-culture tizimida glioblastoma bioptatidan olingan hujayralar bilan birgalikda o‘stirilgan makrofaglarning immun fenotipi tahlil qilindi. Olingan natijalar (1-rasm) shuni ko‘rsatdiki, makrofaglar yuzasida CD80/CD86 (M1 markerlar) va CD163/CD206 (M2 markerlar) ekspressiyasi preparatlarga qarab keskin farq qildi; sitokin profili (TNF-α, IL-10, VEGF) esa polarizatsiya yo‘nalishini tasdiqladi.

Nazorat namunalarida makrofaglar asosan M0/M2 fenotipda bo‘lib, CD80 = 420 ± 28 MFI, CD86 = 395 ± 32 MFI, CD163 = 790 ± 45 MFI, CD206 = 910 ± 51 MFI darajada qayd etildi. Bu holat glioblastoma mikro-muhitida immunosupressiv (M2-dominant) muvozanat mavjudligini bildiradi. Sitokin tahliliga ko‘ra, TNF-α = 62 ± 6 pg/mL, IL-10 = 118 ± 9 pg/mL, VEGF = 356 ± 22 pg/mL bo‘lib, bu pro-inflamator

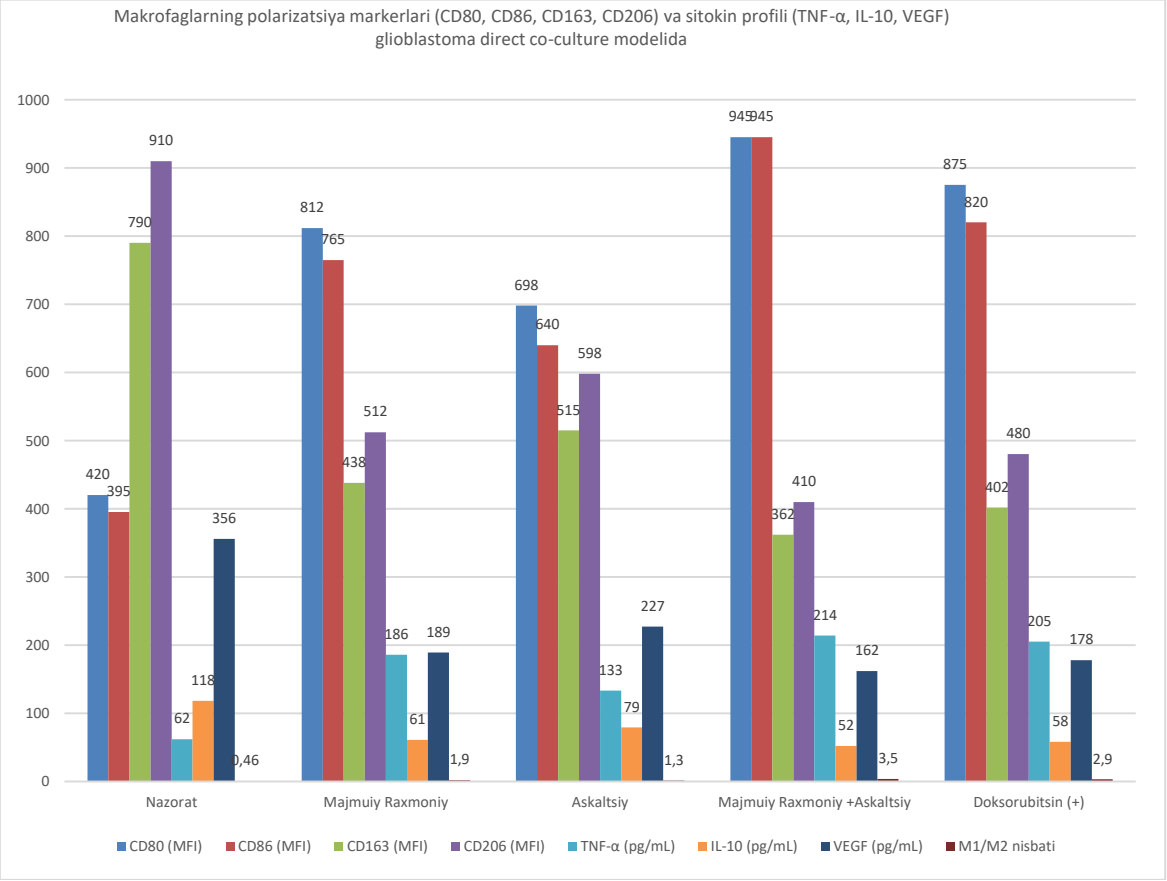
javobning sust, angiogen faollikning esa yuqori ekanini ko‘rsatadi. Bunday makrofaglar, adabiyotlarga ko‘ra, tumor-associated macrophages (TAMs) sifatida saraton o‘sishiga yordam beradi.

Majmui Raxmoniy ta’sirida makrofaglarning pro-inflamator yo‘nalishga o‘tishi kuzatildi. CD80 = 812 ± 37, CD86 = 765 ± 40, ya’ni nazoratga nisbatan 1.9–2.1 marta oshgan ($p < 0,01$). Aksincha natijani CD163/CD206 ko‘rishimiz mumkin bo‘lib uni darajasi 40–45 % ga kamayganini aniqladik ($p < 0.01$). Sitokin profili ham shunga mos o‘zgardi TNF-α = 186 ± 14 pg/mL (↑↑), IL-10 = 61 ± 5 (↓), VEGF = 189 ± 18 (↓↓). Bu o‘zgarishlar M2→M1 siljishini ishonchli tasdiqlaydi.

Majmui Raxmoniy tarkibidagi biologik faol moddalar ta’sirida NF-κB signal yo‘lini faollashtiradi [145], natijada TNF-α, IL-1β va IL-6 sintezi ortadi. Bundan tashqari, bu kompleks adenozin signalizatsiyasini tormozlab, CD39/CD73 yo‘lining faolligini kamaytirishi ham mumkin. Morfologik jihatdan hujayralar dumaloqlashib, donador sitoplazma va yirik yadro bilan M1 tip holatni namoyon qildi.

Askaltsiy ham immun faollikni oshirdi, biroq ta’siri biroz yumshoqroq bo‘ldi. CD80 = 698 ± 33, CD86 = 640 ± 28, CD163 = 515 ± 27, CD206 = 598 ± 30. M1/M2 nisbati ≈ 1,3 bo‘lib, bu nazoratga nisbatan 3 martaga yaqin ortishdir. TNF-α = 133 ± 11 pg/mL, IL-10 = 79 ± 7 pg/mL, VEGF = 227 ± 21 pg/mL ko‘rsatkichlari immun faollashuv bilan birga angiogenezning qisman tormozlanishini bildiradi. Bu natija Askaltsiyning tarkibidagi Ca^{2+}- bog‘langan fitokomponentlar makrofag signal yo‘llarini barqarorlashtirib, oksidlovchi stressni kamaytirishi bilan izohlanadi. Askaltsiy biologik faol qo‘shilmasining bunday ta’siri immunitetning metabolik homeostazini tiklash mexanizmlari bilan mos keladi [10].

Majmui Raxmoniy + Askaltsiy kombinatsiyasi guruhidasinergik immun faollashuvkuzatildi. CD80 = 945 ± 41**,** CD86 = 910 ± 39**,** CD163 = 362 ± 22**,** CD206 = 410 ± 24**;** ya’ni M1 markerlar maksimal darajada, M2 markerlar esa minimal darajada ifodalandi ($p < 0,001$).TNF-α = 214 ± 16 pg/mL**,** IL-10 = 52 ± 4**,** VEGF = 162 ± 15ko‘rsatkichlari ham pro-inflamator va anti-angiogen yo‘nalishning kuchayganini tasdiqlaydi.M1/M2 nisbati = 3,5, bu immun balansning deyarli to‘liq M1 tomon og‘ganini bildiradi.



1-rasm. Makrofaglarning ployarizatsiyasi markerlari ekspressiyasi.

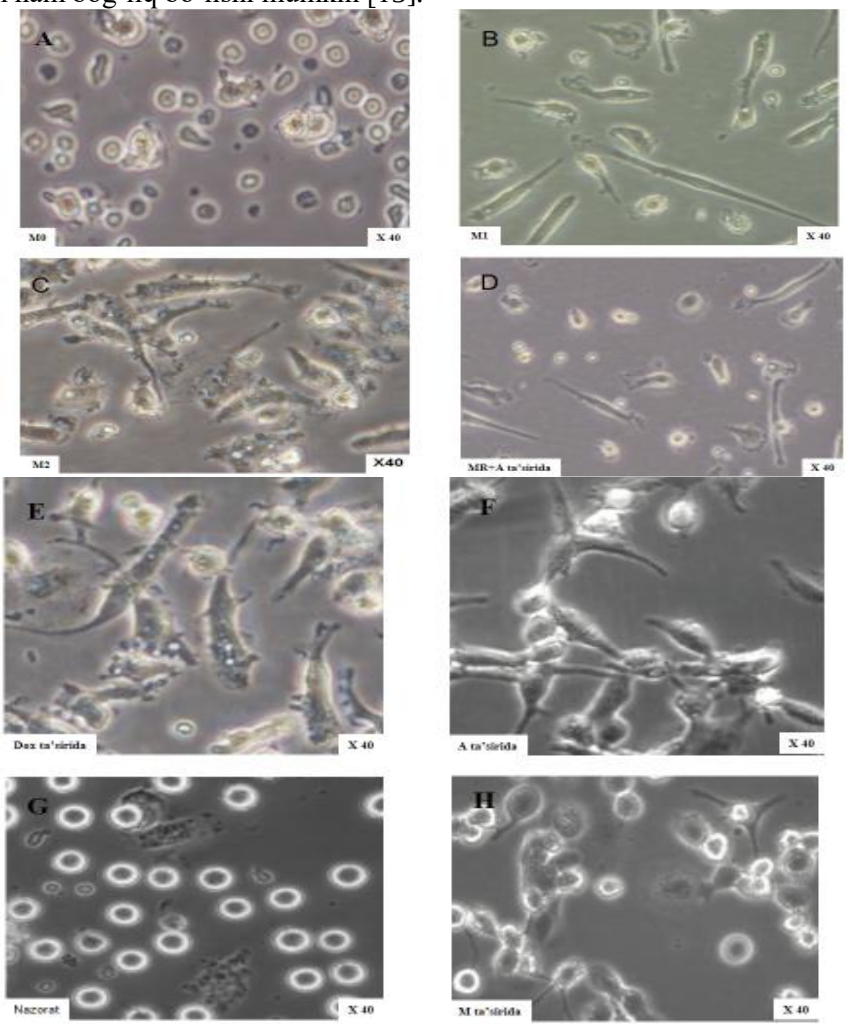
Majmui Raxmoniy + AskaltsiyMajmui biologik faol qo‘shilmalarining birgalikdagi bunday sinergiyasi ehtimol fenolik antioksidantlar va mineral komponentlar (Ca, Mg, Fe) o‘rtasidagi kompleks ta’sir bilan bog‘liq. Adabiyotlarda ko‘rsatilganidek, polifenollar makrofag NF-κB–p65

yo‘lini faollashtirib, TNF-α sekresiyasini rag‘batlantiradi, kaltsiy ionlari esa MAPK/Nrf2 yo‘lini stabilizatsiya qilib, hujayra ichidagi signal o‘tishini kuchaytiradi. Natijada glioblastoma mikro-muhitida immunosupressiya kamayadi, angiogenez pasayadi va o‘sma atrofida pro-immun muhit shakllanadi.

Kimyoterapevtik Doksorubitsin ham kuchli M1 marker ifodasini keltirib chiqardi (CD80 = 875 ± 36, CD86 = 820 ± 33), lekin sitotoksik ta’sir natijasida hujayralarda yadro piknozi va vakuolizatsiya kuzatildi. TNF-α = 205 ± 18 pg/mL, IL-10 = 58 ± 5, VEGF = 178 ± 17 bo‘lib, pro-inflamator yo‘l kuchaygan, ammo makrofaglar hayotiyligi kamaygan. Bu, adabiyotlarda qayd etilganidek, doksorubitsinning ROS-induksiyalangan NF-κB faollashuvi orqali immun stimulyatsiya bilan birga apoptoz chaqirish xususiyatiga mos [11].

Olingan natijalar shuni ko‘rsatadiki, glioblastoma mikro-muhitidagi makrofaglar odatda M2 tipdagi immunosupressiv holatda bo‘lib, o‘sma hujayralari bilan o‘zaro ta’sirda angiogenezni rag‘batlantiradi [1]. Xalq tabobati vositalari esa ushbu muvozanatni o‘zgartirib, M1-yo‘nalishdagi pro-inflamator polarizatsiyani faollashtiradi. Bu natijalar zamonaviy immunoterapiya konsepsiyasi bilan uyg‘un ya’ni TAM reprogramming orqali o‘sma immun qarshiligini kuchaytirish [12].

Kombinatsion kompleks (Majmui Raxmoniy + Askaltsiy) nafaqat TNF-α va CD80/CD86 faolligini oshirdi, balki VEGF pasaytirish orqali angiogenezni tormozladi, bu esa o‘sma o‘sishini sekinlashtirishga olib keladi. Shuningdek, IL-10 ning pasayishi M2 makrofaglarning immunosupressiv ta’sirini kamaytiradi. Bu jarayonlar adenozin-zanjir (CD39/CD73/A_2A) signalizatsiyasining bloklanishi bilan ham bog‘liq bo‘lishi mumkin [13].



2-rasm. Makrofaglarning morfologik o‘zgarishlari.

(A) M0 (Nazorat): *neytral differensiyalanmagan makrofaglar; dumaloq shakl, past faollik va o‘rtacha halo bilan M0 fenotipi namoyon bo‘ladi.* ***(B) M1:*** *pro-inflamator PAM3CSK4 ta’sirida hosil bo‘lgan M1 makrofaglari; hujayralar donador, yadro yirik va faollashgan ko‘rinishda.* ***(C) M2:*** *M-*

CSF ta'sirida hosil bo'lgan cho'zilgan, fibroblast-simon M2 makrofaglari; hujayra o'simtalari uzun, anti-inflamator fenotipga xos morfologiya. ***(D) MR–A ta'sirida:*** *Majmui Raxmoniy + Askaltsiykombinatsiyasining sinergik ta'siri ostida kuchli M1 polarizatsiyasi kuzatiladi; hujayralar juda dumaloq, zich, sitoplazma donador va M1 markerlar maksimal darajada ifodalanadi.* ***(E) Dox ta'sirida:*** *doksorubitsin M1 faolligini oshirgan bo'lsa-da, hujayralarda yadro piknozi, vakuolizatsiya va degenerativ o'zgarishlar aniq ko'rinadi.* ***(F) Askaltsiy (A) ta'sirida:*** *makrofaglarda o'rtacha M1/M2 aralash fenotip hosil bo'lgan; sitoplazma qisman donador, hujayralar yumshoq faollashgan.* ***(G) Nazorat (M0/M2, kokultura):*** *glioblastoma mikro-muhitida hosil bo'ladigan M0/M2 (TAM-simon) makrofaglar. Ular ko'proq cho'zilgan, fibroblast-simon morfologiyaga ega.* ***(H) Majmui Raxmoniy (M) ta'sirida:*** *kuchli M1 pro-inflamator faollashuv kuzatiladi; hujayralar dumaloq, donador, yadro yirik va faol holatga o'tgan*.

Umuman olganda, xalq tabobati vositalari immun gomeostazni pro-inflammator yo'nalishda tiklab, glioblastoma mikro-muhitini immun faollashtirilgan (M1-dominant) holatga o'tkazadi. Bu mexanizm integrativ onko-immunoterapiyaning istiqbolli yo'nalishlaridan biri sifatida qaraladi.

Glioblastoma mikro-muhitining immun xususiyatlari. O'rganilgan direct co-culture modeli shuni ko'rsatdiki, glioblastoma bioptat hujayralari bilan o'stirilgan makrofaglar asosan M2-yo'nalishli ($CD163^+/CD206^+$) fenotipda bo'lib, TNF-α past, IL-10 va VEGF yuqori bo'lgan bu o'sma rivojlanishiga qulay immunosupressiv muhitni ifodalaydi.

Majmui Raxmoniy biologik faol qo'shilmasi makrofaglarda M2dan M1ga qayta dasturlanishini rag'batlantirdi. CD80/CD86 ekspressiyasi 2 martadan ortiq oshdi, CD163/CD206 kamaydi, TNF-α darajasi 3 barobar ko'tarilib, IL-10 va VEGF pasaydi. Bu preparat tarkibidagi Salvia officinalis va Melissa officinalis polifenollari orqali NF-κB yo'lining faollashuvi bilan bog'liq immuno-faollashtiruvchi ta'sirni tasdiqlaydi.

Askaltsiy biologik faol qo'shilmasi ham M1 polarizatsiyani o'rta darajada kuchaytirdi. Kaltsiy va fitokomponentlarning metabolik-antioksidant xususiyatlari makrofaglarning redoks holatini barqarorlashtirib, immun tizimni me'yorlashtirdi.

Majmui Raxmoniy + Askaltsiy kombinatsiyasi eng kuchli sinergik effektni ko'rsatdi. M1/M2 nisbati = 3,5 : 1, TNF-α ↑↑↑, IL-10 ↓↓, VEGF ↓↓. Bunday natija biologic faol moddalr va minerallarning NF-κB/MAPK/Nrf2 o'zaro ta'siri orqali immun javobni kuchaytirganini bildiradi.

Doksorubitsin (pozitiv nazorat) guruhida ham M1 markerlar ortdi, biroq sitotoksik degeneratsiya belgilari kuzatilib, bu preparatning immunostimulyator, ammo toksik xususiyatlarini ko'rsatadi (2-rasm) [11].

Xalq tabobati vositalari xususan Majmui Raxmoniy va Askaltsiy biologik faol qo'shilmasi glioblastoma mikro-muhitida immunosupressiyani kamaytiradi (M2 ↓ → M1 ↑), angiogenezni tormozlaydi (VEGF ↓), immun faollikni kuchaytiradi (TNF-α ↑), toksik ta'siri minimal.

Natijada, ushbu komplekslar integrativ onko-immunoterapiya konsepsiyasida immun-faollashtiruvchi va anti-angiogen tabiiy vositalar sifatida istiqbolli ekanligi aniqlandi.

Majmui Raxmoniy + Askaltsiy biologik faol qo'shilmalarini keyingi bosqichda in vivo (glioma hayvon modeli) va klinik kuzatuvda sinovdan o'tkazish tavsiya etiladi. CD markerlar (CD80/CD206) va sitokinlar (TNF-α/IL-10/VEGF) o'zgarishlari immun-monitoring biomarkerlari sifatida ishlatilishi mumkin. Fitokomplekslar asosida yangi immunomodulyator qo'shimchalar ishlab chiqish uchun ilmiy-asosiy platforma yaratildi.

Xulosa

Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, "Majmui Raxmoniy" va "Askaltsiy" tabiiy komplekslari o'sma mikro-muhitida immun javobni qayta yo'naltiruvchi, antiangiogen va metabolik barqarorlashtiruvchi ta'sirga ega. Ularning ta'siri natijasida makrofaglarning M2 → M1 repolarizatsiyasi faollashdi. Oqim sitometriya orqali aniqlangan CD80/CD86 markerlarining sezilarli oshishi ($p < 0.001$) va CD163/CD206 markerlarining kamayishi M1 tipdagi pro-inflamator yo'nalishning ustunligini ko'rsatdi. Shu bilan birga, sitokin profili tahlilida TNF-α va IFN-γ darajalari oshib, IL-10 va VEGF miqdori pasaydi, bu esa o'sma mikro-muhitida immun faollik kuchayganini bildiradi.

Biokimyoviy tahlillar natijalariga ko'ra, tabiiy komplekslar ta'sirida ALT, AST, LDH, bilirubin va kreatinin darajalari fiziologik me'yorga yaqinlashgan, bu esa ularning gepatoprotektiv, detoksik va antioksidant xususiyatlarini ko'rsatdi. Shu bilan birga, Ca^{2+}, Fe^{2+} va Mg^{2+} kabi ionlar darajasi

barqarorlashgan, bu metabolik homeostazning tiklanishidan dalolat beradi. Komplekslarning bunday ta'siri purinergik signal yo'llarining tormozlanishi, adenozin miqdorining kamayishi va A_2A retseptor ekspressiyasining susayishi bilan bog'liq bo'lib, immunosupressiv muhitni kamaytirishga xizmat qilgan.

ADABIYOTLAR RO'YXATI:

1. Weinberg R.A. The Biology of Cancer. 2nd Edition. New York: Garland Science, 2013; 960.
2. Louis D.N., Perry A., Wesseling P., Brat D.J., Cree I.A., Figarella-Branger D., Hawkins C., Ng H.K., Pfister S.M., Reifenberger G., Soffietti R., von Deimling A., Ellison D.W. (2021). The 2021 WHO Classification of Tumors of the Central Nervous System: a summary. Neuro-oncology, 2021;23(8):1231–1251. https://doi.org/10.1093/neuonc/noab106
3. Qian B.Z., Pollard J.W. (2020). Macrophage diversity enhances tumor progression. Cell, 2020;182(4):689-708 https://doi.org/10.1016/j.cell.2020.07.016
4. Murray P.J., Allen J.E., Biswas S.K., Fisher E.A., Gilroy D.W., Goerdt S., Gordon S., Hamilton J.A., Ivashkiv L.B., Lawrence T., Locati M., Mantovani A., Martinez F.O., Mege J.L., Mosser D.M., Natoli G., Saeij J.P., Schultze J.L., Shirey K.A., Sica A., … Wynn T.A. (2014). Macrophage activation and polarization: nomenclature and experimental guidelines. Immunity, 2014;41(1): 14–20. https://doi.org/10.1016/j.immuni.2014.06.008
5. Sica A., Mantovani A. (2022). Macrophage plasticity and polarization: In vivo veritas. Science, 2022;376(6590):1871. https://doi.org/10.1126/science.abj1871
6. Khan S.U., Khan M.U., Azhar Ud Din M., Khan I.M., Khan M.I., Bungau S., Hassan S.S.U. (2023). Reprogramming tumor-associated macrophages as a unique approach to target tumor immunotherapy. Frontiers in immunology, 14, 1166487. https://doi.org/10.3389/fimmu.2023.1166487
7. Behzadi A, Imani S, Deravi N, et al. Antiviral Potential of Melissa officinalis L.: A Literature Review [retracted in: Nutr Metab Insights. 2025 Oct 30;18:11786388251391071. doi: 10.1177/11786388251391071.]. Nutr Metab Insights. 2023;16:11786388221146683. Published 2023 Jan 12. doi:10.1177/11786388221146683
8. Cunha LR, Muniz-Junqueira MI, Dos Santos Borges TK. Impact of polyphenols in phagocyte functions. J Inflamm Res. 2019;12:205-217. Published 2019 Aug 21. doi:10.2147/JIR.S193749
9. Ghorbani, A., Esmaeilizadeh, M. (2017). Pharmacological properties of Salvia officinalis and its components. Journal of traditional and complementary medicine, 2017;7(4):433-440. https://doi.org/10.1016/j.jtcme.2016.12.014
10. Weyh C, Krüger K, Peeling P, Castell L. The Role of Minerals in the Optimal Functioning of the Immune System. Nutrients. 2022;14(3):644. Published 2022 Feb 2. doi:10.3390/nu14030644
11. Zhao, H., Zhao, Y., Zhang, S., Wang, Z., Yu, W., Dong, N., Yang, X., Zhang, X., Sun, Q., Hao, X., Ren, X. (2024). Effects of immunogenic cell death-inducing chemotherapeutics on the immune cell activation and tertiary lymphoid structure formation in melanoma. Frontiers in immunology, 2024;15:1302751. https://doi.org/10.3389/fimmu.2024.1302751
12. Khan SU, Khan MU, Azhar Ud Din M, et al. Reprogramming tumor-associated macrophages as a unique approach to target tumor immunotherapy. Front Immunol. 2023;14:1166487. Published 2023 Apr 17. doi:10.3389/fimmu.2023.1166487
13. Xia, C., Yin, S., To, K. K. W., Fu, L. (2023). CD39/CD73/A2AR pathway and cancer immunotherapy. Molecular cancer, 2023;22(1):44 https://doi.org/10.1186/s12943-023-01733-x

Qabul qilingan sana 20.09.2026