

T-LIMFOTSITLAR VA ULARNING IMMUN SISTEMASIDAGI ROLI

<https://doi.org/10.5281/zenodo.20389221>

Ilmiy rahbar: Akbaralievva Sayyora Umarjon qizi

*Toshkent davlat tibbiyot universiteti Tibbiy biologiya va gistologiya kafedrası
o'qituvchisi*

E-mail: akbaraliyevvasayyora821@gmail.com

Tel: +998971332142

Muallif: Xusenova Asal Shaxobiddinovna

TDU 1-sonli Davolsh fakulteti 1-kurs talabasi

E-mail: asalka2727@gmail.com

Tel: +998930820918

Hasanboyeva Shirinoy Jamoliddin qizi

TDU 1-sonli Davolsh fakulteti 1-kurs talabasi

E-mail: shirinoyjamoliddinovna@gmail.com

Tel: +998940417900

Annotatsiya

Ushbu maqolada T-limfotsitlarning hosil bo'lishi, rivojlanish bosqichlari, asosiy turlari va immun tizimidagi ahamiyati yoritilgan. T-limfotsitlar organizmning hujayraviy immunitetini ta'minlovchi muhim immun hujayralar bo'lib, ularning timus bezida yetilishi va differentsiatsiya jarayonlari ko'rib chiqilgan. Shuningdek, T-yordamchi, sitotoksik, regulyator hamda xotira T-limfotsitlarning immun javobni boshqarish, infeksiyalangan va o'sma hujayralarini bartaraf etishdagi roli ilmiy jihatdan tahlil qilingan. Mazkur maqola T-limfotsitlarning immun tizimi faoliyatidagi muhim o'rnini ochib beradi.

Kalit so'zlar

T-limfotsitlar, immun tizimi, hujayraviy immunitet, timus bezi, T-helper hujayralar, sitotoksik T-limfotsitlar, T-regulyator hujayralar, xotira T-hujayralar, antigen, immun javob, limfotsitlar differentsiatsiyasi, sitokinlar.

Kirish. Immunologiya fanining rivojlanishi XX asrda organizmni kasallik qo'zg'atuvchi omillardan himoya qiluvchi murakkab mexanizmlarni chuqur o'rganishga imkon yaratdi[2,4,6]. Ayniqsa limfotsitlar populyatsiyasining turli funksional guruhlarga ajralishi haqidagi ilmiy kashfiyotlar immun tizimi faoliyatini tushunishda muhim bosqich bo'ldi[3,5]. 1960-yillarda avstraliyalik immunolog Jacques Miller timus bezining immun tizimidagi ahamiyatini o'rganish jarayonida T-limfotsitlarni aniqlab, ularning timusda yetilishi va immun javobni

shakllantirishdagi muhim rolini ilmiy asoslab berdi[2,3]. Ushbu kashfiyot immunologiya sohasida yangi ilmiy yo'nalishlarning shakllanishiga turtki bo'ldi.[4,6].

T-limfotsitlar organizm immun tizimining muhim hujayraviy komponenti bo'lib, ular asosan hujayraviy immunitetni ta'minlashda ishtirok etadi[1,2]. Bu hujayralar gematopoetik ildiz hujayralardan hosil bo'lib, keyinchalik timus bezida murakkab differensiasiya va seleksiya jarayonlaridan o'tadi[1,3]. Ushbu jarayon natijasida antigenlarni aniq tanib olish va immun javobni muvofiqlashtirish qobiliyatiga ega bo'lgan funksional T-limfotsitlar shakllanadi[2,4].

T-limfotsitlar immun tizimida ko'plab muhim vazifalarni bajaradi[2,6]. Ular viruslar va hujayra ichida yashovchi patogenlarga qarshi kurashishda, infeksiyalangan yoki o'sma hujayralarini yo'q qilishda hamda boshqa immun hujayralar faoliyatini boshqarishda asosiy rol o'ynaydi[2,9]. Shuningdek, T-limfotsitlarning turli subpopulyatsiyalari – T-yordamchi, sitotoksik, regulyator va xotira hujayralari – immun javobning samarali tashkil etilishida muhim ahamiyatga ega[8,9,10,12].

T-limfotsitlarning hosil bo'lishi va rivojlanish bosqichlari. T-limfotsitlar immun tizimining muhim hujayralaridan biri bo'lib, ular organizmning hujayraviy immunitetini ta'minlaydi. Ularning hosil bo'lishi gematopoez jarayoni bilan bog'liq bo'lib, dastlab qizil suyak iligida boshlanadi, keyinchalik esa timus bezida davom etadi. T-limfotsitlarning boshlang'ich manbai qizil suyak iligida joylashgan gematopoetik ildiz hujayralar hisoblanadi. Ushbu hujayralardan umumiy limfoid progenitor hujayralar hosil bo'ladi. Keyinchalik bu hujayralar qon oqimi orqali timus beziga ko'chib o'tadi va aynan shu yerda T-limfotsitlarga xos bo'lgan differensiasiya jarayonlari sodir bo'ladi.

T-limfotsitlarning rivojlanishi uch asosiy bosqichda amalga oshadi:

1. Pro-T hujayralar bosqichi – qizil suyak iligidan kelgan limfoid progenitor hujayralar timusga kirib, dastlabki T-limfotsitlar hosil bo'ladi.

2. Pre-T hujayralar bosqichi – T-hujayra retseptorlari (TCR) shakllanadi va hujayralar antigenlarni tanib olish qobiliyatini rivojlantiradi.

3. Yetilgan T-limfotsitlar bosqichi – timusda musbat va manfiy seleksiya jarayonlaridan o'tgan hujayralar periferik limfoid organlarga tarqalib, immun javobni boshqarishga tayyor bo'ladi.

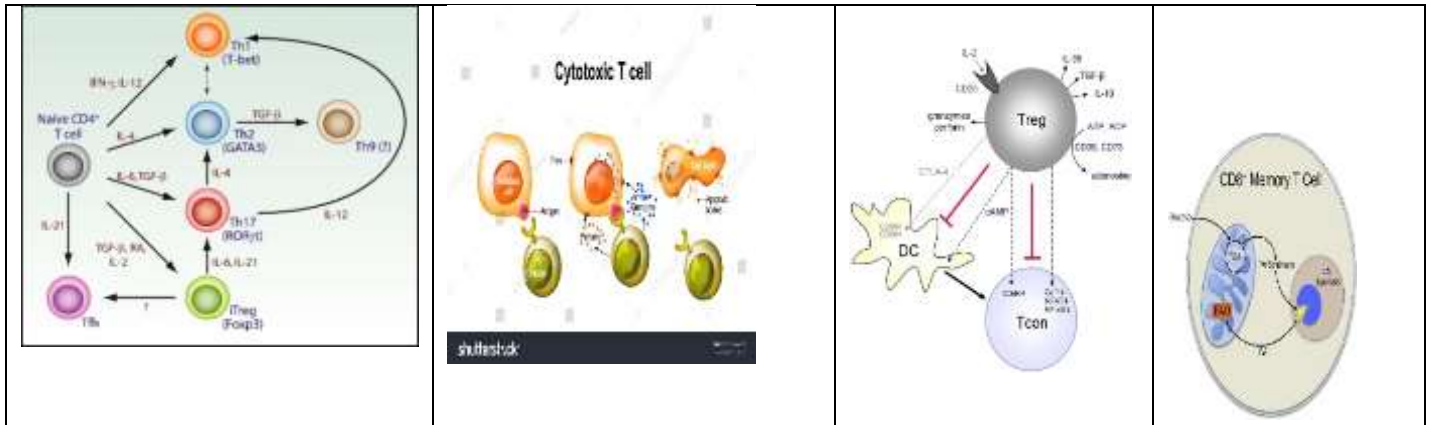
Timus bezida T-limfotsitlar musbat va manfiy seleksiya jarayonlaridan o'tadi. Musbat seleksiya jarayonida hujayralarning asosiy gistomutanosiblik kompleksi molekulalarini (MHC) tanib olish qobiliyati tekshiriladi. Manfiy seleksiya jarayonida esa organizmning o'z to'qimalariga kuchli reaksiya beruvchi T-

limfotsitlar yo'q qilinadi. Bu jarayon immun tolerantlikni ta'minlashda muhim ahamiyatga ega.

Seleksiya jarayonlaridan muvaffaqiyatli o'tgan hujayralar yetilgan T-limfotsitlarga aylanadi. Ular timus bezidan chiqib, periferik limfoid organlarga – limfa tugunlari, taloq va limfoid to'qimalarga tarqaladi. Shu yerda ular antigenlar bilan uchrashgandan so'ng faollashib, immun javobni shakllantirishda ishtirok etadi.

T-limfotsitlarning asosiy turlari va subpopulyatsiyalari. T-limfotsitlar immun tizimining markaziy hujayralaridan bo'lib, ular turli patogenlarga qarshi hujayraviy immunitetni ta'minlaydi va immun javobni muvofiqlashtiradi. Ularning yuzasida antigenni aniqlash uchun T-hujayra retseptorlari (TCR) joylashgan bo'lib, bu hujayralar turli subpopulyatsiyalarga bo'linadi. Har bir subpopulyatsiya o'ziga xos funktsiyalarni bajaradi.

T-yordamchi hujayralar (T-helper, CD4 ⁺)	Sitotoksik T-limfotsitlar (CD8 ⁺)	T-regulyator hujayralar (T-reg)	T-xotira hujayralari (Memory T cells)
<p>Immun javobni boshqaruvchi asosiy T-limfotsitlar hisoblanadi. Ular sitokinlar ishlab chiqarish orqali boshqa immun hujayralarning faoliyatini rag'batlantiradi.</p> <ul style="list-style-type: none"> •Th1: hujayraviy immunitetni kuchaytiradi, makrofaglarni faollashtiradi va viruslar hamda hujayra ichida yashovchi bakteriyalarga qarshi javobni ta'minlaydi. •Th2: gumoral immunitetni qo'llab-quvvatlaydi, B-limfotsitlarni rag'batlantiradi va antitelolar ishlab chiqarishni kuchaytiradi. •Th17: yallig'lanish jarayonida muhim bo'lib, bakteriyalar va zamburug'larga qarshi himoyani ta'minlaydi. 	<p>Infeksiyalangan va o'sma hujayralarini yo'q qilishda markaziy rol o'ynaydi. Ular hujayralarga perforin va granzim moddalari orqali ta'sir ko'rsatib, apoptozni boshlaydi. Bu hujayralar viruslar, ba'zi bakteriyalar va saraton hujayralariga qarshi samarali himoya ta'minlaydi.</p>	<p>Immun javobni nazorat qiladi va immun tolerantlikni saqlashda muhim rol o'ynaydi. Ular ortiqcha immun faollikni cheklab, autoimmun jarayonlarning oldini oladi. Odatda bu hujayralar CD4⁺ CD25⁺ FOXP3⁺ markerlariga ega.</p>	<p>Xotira T-limfotsitlari birinchi antigen bilan uchrashgandan keyin hosil bo'ladi va uzoq muddat organizmda saqlanadi. Qayta infeksiya yuzaga kelganda ular tez va kuchli immun javobni ta'minlaydi, shu sababli vaksinatsiya samaradorligi aynan ushbu hujayralarga bog'liq.</p>



T-limfotsitlarning immun tizimidagi roli va ahamiyati.

T-limfotsitlar – adaptiv immunitetning eng muhim effektor hujayralaridan biri bo‘lib, ular organizmni infeksiya agentlar, o‘zma hujayralar va boshqa yallig‘lanishli stimullarga nisbatan maxsus (spesifik) javob bilan ta‘minlaydi. Boshqa immun hujayralardan farqli o‘laroq, T-limfotsitlar antigenni faqat MHC (major histocompatibility complex) molekulalari bilan kompleks holatda taniydi, bu esa immun javobning aniqligi va tanlash xususiyatini kuchaytiradi.

T-limfotsitlar immun tizimidagi funksiyalari quyidagicha toifalanadi:

1. Antigenni tanish va prezentatsiya jarayonida ishtirok

T-limfotsitlar o‘z funksiyalarini amalga oshirishdan avval antigenni prezentatsiya qiluvchi hujayralar (APHu) – dendritik hujayralar, makrofaglar yoki B-limfotsitlar orqali antigen fragmentini MHC I yoki II bilan ko‘rishlari zarur. Bu jarayon immun javobni yo‘lga qo‘yish uchun zaruriy boshlang‘ich signalni beradi. Aynan shu MHC–antigen kompleksini taniy olish qobiliyati T-limfotsitlarning selektiv va adaptiv javobini ta‘minlaydi.

2. Immun javobni modulyatsiya qilish

T-limfotsitlar nafaqat hujayraviy himoyani ta‘minlaydi, balki sitokinlar, kimokinlar va boshqa signallar orqali immun tizimining butun reaktor tarmog‘ini boshqaradi. Masalan:

- T-limfotsitlar IL-2, interferon-gamma (IFN- γ) kabi sitokinlar ajratadi, bu sitokinlar boshqa limfotsitlar (masalan B-limfotsitlar va NK hujayralar) proliferatsiyasini va effektor funksiyalarini faollashtiradi.
- Ular antigen bilan bog‘langan immun hujayralarni klonal ekspansiyaga olib keladi, natijada juda ko‘p miqdorda effektor T-limfotsitlar paydo bo‘ladi.

3. Immun toleransiyaning shakllanishi va saqlanishi

T-limfotsitlar faqat himoya qilish bilan cheklanmay, balki immun tolerantlikni (organizmning o‘z to‘qimalarini o‘zi tanib, ularga hujum qilmaslik) saqlashda ham ishtirok etadi. Bu ayniqsa shuni o‘z ichiga oladi:

- Negativ seleksiya jarayonlari timusda o'tkazilib, o'z antigenlariga juda yuqori afinitet bilan bog'lanadigan T-limfotsitlar yo'q qilinadi.

- T-limfotsitlar periferiyada o'z to'qimalariga qarshi reaksiya berishni to'sadi, shu bilan autoimmun jarayonlarning oldini oladi.

4. Effektor funksiyalarni amalga oshirish

T-limfotsitlar ko'p yo'nalishda to'g'ridan-to'g'ri yoki bilvosita patogenlarga qarshi javob beradi:

- T-limfotsitlar antijen bilan bog'langan hujayrani lizosomal fermentlar yordamida yo'q qiladi, bu jarayon viruslar hamda ichki makroorganizmli patogenlarga qarshi samarali himoya beradi.

- Ular B-limfotsitlarning antitelolar ishlab chiqarishini faollashtiradi, bu jarayon gepatotik va eksotoksinogen patogenlarga qarshi immunitetni kuchaytiradi.

5. Immunologik xotira va takroriy javob

T-limfotsitlar antigen bilan birinchi uchrashuvdan so'ng nafaqat effektor hujayralarga aylanadi, balki long-lived memory T hujayralarini ham hosil qiladi. Bu xotira hujayralari:

- Qayta infeksiya ta'sirida tez reaktivatsiya bo'lib, kuchli va aniq javob beradi.
- Vaktsinalar samaradorligini ta'minlaydi, chunki ular antijen bilan ilgari uchrashgan hujayralarni "eslab qoladi" va qo'shimcha himoya qatlamini yaratadi.

6. Immun sistemaning uyali va humor bilan o'zaro ta'siri

T-limfotsitlar immun tizimning boshqa komponentlari bilan kompleks o'zaro aloqada bo'ladi:

- Gumoral immun javobni T-limfotsitlar tomonidan ishlab chiqarilgan signallar orqali faollashtiriladi.

- T-limfotsitlar va innate immunitet hujayralari – masalan, makrofaglar, dendrit hujayralar va NK hujayralari bilan yo'lga qo'yilgan biologik aloqa orqali immun tizimining umumiy samaradorligi oshadi.

Xulosa. T-limfotsitlar immun tizimining asosiy hujayralaridan bo'lib, organizmni infeksiya, o'sma va boshqa zararli agentlardan himoya qiladi. Ular turli turlarga bo'linib, har bir turi o'ziga xos vazifani bajaradi: immun javobni boshqarish, zararli hujayralarni yo'q qilish va immun tizimning barqarorligini saqlash. Shu bilan T-limfotsitlar organizmning sog'lom ishlashida, infeksiyalarga qarshi samarali himoyani ta'minlashda va immun tizimining xotira mexanizmini shakllantirishda muhim ahamiyatga ega.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Murphy, K., Weaver, C. (2022). *Janeway's Immunobiology* (10th ed.). Garland Science. <https://doi.org/10.1201/9781003226993>
2. Abbas, A. K., Lichtman, A. H., Pillai, S. (2021). *Cellular and Molecular Immunology* (10th ed.). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/C2020-0-02582-0>
3. Parham, P. (2015). *The Immune System* (4th ed.). Garland Science. <https://doi.org/10.1201/b18302>
4. Paul, W. E. (Ed.). (2020). *Fundamental Immunology* (7th ed.). Wolters Kluwer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4939-9773-0>
5. Kindt, T. J., Goldsby, R. A., Osborne, B. A., Kuby, J. (2013). *Kuby Immunology* (7th ed.). W.H. Freeman.
6. Coico, R., Sunshine, G. (2021). *Immunology: A Short Course* (8th ed.). Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781119793338>
7. Sallusto, F., Geginat, J., Lanzavecchia, A. (2004). Central memory and effector memory T cell subsets: Function, generation, and maintenance. *Annual Review of Immunology*, 22, 745–763. <https://doi.org/10.1146/annurev.immunol.22.012703.104702>
8. Luckheeram, R. V., Zhou, R., Verma, A. D., Xia, B. (2012). CD4⁺T cells: Differentiation and functions. *Clinical & Developmental Immunology*, 2012, 925135. <https://doi.org/10.1155/2012/925135>
9. Kaech, S. M., Cui, W. (2012). Transcriptional control of effector and memory CD8⁺ T cell differentiation. *Nature Reviews Immunology*, 12(11), 749–761. <https://doi.org/10.1038/nri3307>
10. Sakaguchi, S., Yamaguchi, T., Nomura, T., Ono, M. (2008). Regulatory T cells and immune tolerance. *Cell*, 133(5), 775–787. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2008.05.009>
11. Zhu, J., Yamane, H., Paul, W. E. (2010). Differentiation of effector CD4 T cell populations (*Annual Review of Immunology*, 28, 445–489). <https://doi.org/10.1146/annurev-immunol-030409-101212>
12. Sallusto, F., Lanzavecchia, A. (2009). Understanding memory T cell development. *Immunity*, 31(2), 173–175. <https://doi.org/10.1016/j.immuni.2009.07.005>
13. Kaech, S. M., Wherry, E. J., Ahmed, R. (2002). Effector and memory T-cell differentiation: Implications for vaccine development. *Nature Reviews Immunology*, 2, 251–262. <https://doi.org/10.1038/nri778>