



Parkinsonova bolest povezana je s promjenama u imunostanicama u krvi

Zagreb, 13. 3. 2026. – Tim znanstvenika, liječnika i kliničara iz KBC-a Zagreb i Medicinskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Instituta Ruđer Bošković (IRB) te Klinike za infektivne bolesti „Dr. Fran Mihaljević” pokazao je da je Parkinsonova bolest povezana s mjerljivim promjenama u određenim obrambenim stanicama u krvi. Rezultati su važni jer dodatno povezuju Parkinsonovu bolest s upalnim procesima izvan mozga i pomažu jasnije usmjeriti daljnja istraživanja na skupine stanica koje se u toj usporedbi najviše ističu. Istraživanje je objavljeno u časopisu [npj Parkinson's Disease](#) izdavača Springer Nature.

U Parkinsonovoj bolesti, koja se najčešće prepoznaje po tremoru, usporenosti i drugim poteškoćama pokreta, u mozgu se godinama odvijaju procesi koji izvana nisu vidljivi. Među njima su nakupljanje proteina alfa-sinukleina, propadanje živčanih stanica koje proizvode dopamin, koji je ključan za kontrolu pokreta, te kronična upala u živčanom sustavu. Upravo je ta upala u fokusu istraživanja kliničara i znanstvenika, kao jedan od mehanizama koji može utjecati na tijek bolesti.

Što su istraživači tražili u krvi

U ovom istraživanju, znanstvenike je zanimalo koliko se promjene povezane s upalom vide samo u mozgu, a koliko i u ostatku tijela, osobito u krvi. To je važno i zato što je mozak inače zaštićen krvno-moždanom barijerom, svojevrsnom „kontrolom prolaza” između krvi i mozga. Kada je ta zaštita narušena, pretpostavlja se da obrambene stanice iz krvi lakše dospijevaju u mozak. Takav „promet” kroz oslabljenu barijeru već se povezuje s neurološkim bolestima, a autori ovog istraživanja usmjerili su se na to kako izgleda periferna imunološka slika u Parkinsonovoj bolesti. Konkretno, koje se vrste imunostanih stanica u krvi mijenjaju i kakve signale aktivnosti nose.

U istraživanju su zato pratili dvije vrste **obrambenih stanica**, one koje „usmjeravaju” obrambeni odgovor te one koje ga „koordiniraju”. Prve su **dendritične stanice**, koje se mogu opisati kao **izviđači imunostnog sustava** jer prepoznaju signale opasnosti i tu informaciju prenose drugim stanicama, čime usmjeravaju cijeli obrambeni odgovor. Druge su **CD4+ T-stanice**, svojevrsni **koordinatori obrane** jer pomažu organizmu odlučiti kada treba pojačati, a kada smiriti reakciju. Dio tih T-stanica stvara i svojevrsno imunostno pamćenje, pa u određenim situacijama može reagirati brže i snažnije.

Sekvenciranje RNK na razini pojedinačne stanice

U ovom su radu istraživači usporedili uzorke krvi osoba s Parkinsonovom bolešću i kontrolnih ispitanika, prateći stanice koje usmjeravaju obrambeni odgovor i stanice koje ga koordiniraju.

„Prvo smo ciljane imunostne stanice izdvojili iz krvi magnetskom separacijom, a zatim ih analizirali protočnom citometrijom i **sekvenciranjem RNK na razini pojedinačne stanice**. Ovaj pristup nam je omogućio da vidimo i rijetke podskupine koje se u prosječnim rezultatima lako izgube,” navodi **Sarah Meglaj Bakrač** s Medicinskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, koja je uz **Katarinu Mandić** s IRB-a prva autorica na radu.

Postoji više visoko specijaliziranih podtipova CD4 T-stanica i dendritičnih stanica, ali ih u krvi ima vrlo malo, što otežava njihovo istraživanje. U ovom istraživanju znanstvenici su obogatili uzorke upravo tim rijetkim stanicama kako bi ih mogli **preciznije analizirati** i pratiti njihovu ulogu u imunskim procesima kod Parkinsonove bolesti.

„Najjasniji nalaz bio je da postoji specifična skupina dendritičnih stanica i CD4 T-stanica koje se aktiviraju u imunskim procesima osoba s Parkinsonovom bolešću” - ističe doc. dr. sc. **Antonela Blažeković**, dopisna autorica na radu, s Medicinskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

Ključna bioinformatička analiza provedena na IRB-u

Za autorski tim ključna je bila bioinformatička analiza kako bi istražili što se događa unutar pojedinih podtipova stanica i kakvi se biološki procesi u njima naziru. Zato su znanstvenice IRB-a **Katarina Mandić** i dr. sc. **Anja Barešić** provele analizu **ekspresije gena**, odnosno identificirale su koje su upute u stanicama trenutno aktivne. To su napravile na razini **svake pojedinačne stanice**.

„Na IRB-u smo preuzele računalnu obradu i analizu podataka dobivenih analizom pojedinačnih stanica. Koristile smo naše superračunalo kako bi iz velike količine podataka - nekoliko desetaka tisuća stanica i gena - pouzdano izdvojile razlike između oboljelih i kontrolne skupine. Tako smo identificirale gene, (pod)skupine stanica i biološke procese koji se najviše ističu u Parkinsonovoj bolesti.” - objašnjavaju **Katarina Mandić** i dr. sc. **Anja Barešić** s Instituta Ruđer Bošković.

„Rezultati istraživanja pokazuju da Parkinsonova bolest nije povezana samo s promjenama u mozgu, nego i s mjerljivim promjenama u imunskom sustavu u krvi, koje se uklapaju u sliku upalnih procesa. Važno je naglasiti da naše istraživanje pritom ne tvrdi da je pronađena nova terapija, nego identificira „gdje tražiti” i koje se imunске komponente u krvi posebno ističu u usporedbi oboljelih i kontrola.” - ističe prof. dr. sc. **Fran Borovečki**, ravnatelj Kliničkog bolničkog centra Zagreb.

Multidisciplinarni tim

Ovo istraživanje rezultat je rada multidisciplinarnog tima liječnika, kliničara i istraživača koji je spojio kliničko iskustvo, laboratorijske metode i bioinformatičku analizu podataka. Uz Sarah Meglaj Bakrač, doc. dr. sc. Antonelu Blažeković, prof. dr. sc. Frana Borovečkog, te Katarinu Mandić i dr. sc. Anju Barešić s IRB-a, u timu su sudjelovale i dr. sc. **Lidija Cvetko Krajinović** i dr. sc. **Željka Mačak Šafranko** s Klinike za infektivne bolesti „Dr. Fran Mihaljević”.

NAPOMENA O FINANCIRANJU: Istraživanje je provedeno u sklopu projekta “Molecular mechanisms of immune response and inflammasome activation in Parkinson's disease” (IP-2020-02-8475) financiranog od Hrvatske zaklade za znanost. Sarah Meglaj Bakrač financirana je kroz program Hrvatske zaklade za znanost za razvoj karijera mladih istraživača (DOK-2021-02-5343), a Katarina Mandić kroz projekt Hrvatske zaklade za znanost (UIP-2020-02-1623).

KORISNE POVEZNICE:

RAD: Meglaj Bakrač, S., Mandić, K., Cvetko Krajinović, L. *et al.* **Single-cell analysis of the peripheral immune landscape in Parkinson's disease: insights into dendritic cell and CD4+ T-cell transcriptomics.** *npj Parkinsons Dis.* (2026).
<https://doi.org/10.1038/s41531-026-01283-1>