

EREDETI KÖZLEMÉNY

A miskolci dialíziscentrum betegeinek jellemzése, különös tekintettel a halálózásra, a testösszetételre és a kezelési módra

LADÁNYI Erzsébet,¹ CSURGYÓK Roland,² KUN Szilárd,² WITTMANN István²¹TritonLife Nefrológiai Központ, Miskolc²II. Sz. Belgyógyászati Klinika és Nefrológiai, Diabetológiai Centrum, Pécsi Tudományegyetem, Klinikai Központ, Pécs

ÖSSZEFOGLALÁS – Az elhízás és a magasabb testtömegindex (BMI) egyes szerzők szerint összefüggésbe hozható bizonyos betegpopulációk jobb túlélésével. Lehetséges, hogy a magasabb BMI a dializált vesebetegekben védőhatással bírhat, ami az elhízási paradoxon (más néven: reverz epidemiológia) koncepcióját erősíti. Ennek a megfigyelésnek a hátterében felmerült a gyulladásos és a tápláltsági állapot, valamint a testösszetétel szerepe. Jelen vizsgálatunk célja az volt, hogy az elhízási paradoxont az összes okból bekövetkező mortalitás, a testösszetétel- és gyulladásos paraméterek, a tápláltsági állapot összefüggéseinek tükrében vizsgáljuk prevalens HD- és PD-kezelt betegeink körében. Vizsgálatunkban retrospektív adatelemzést végeztünk 2020. január és 2023. június között. Bioimpedanciái (BCMv) és bizonyos laboratóriumi vizsgálati eredmények kiértékelését tűztük ki célul, vizsgálva ezen eredmények és a mortalitás közti összefüggéseket. Emellett – eltérő trendeket feltételezve – tanulmányoztuk a két vesepótló modalitás közti különbségeket az idő függvényében. Összesen 765 krónikusan dializált – 701 hemodializált és 64 PD-kezelt – beteg adatainak feldolgozását végeztük el. A PD-kezelt betegek esetében jobb túlélés igazolódott. Az elhunyt betegek idősebbek és anaemiásabbak voltak. Esetükben kifejezettebb volt a szisztémás, szubklinikus gyulladás és a katabolikus állapot. A HD-kezeltek csoportjában gyakoribb volt a túlhidráltság és az elhunytak soványszövet-indexe, zsírmentes testtömege, relatív zsírmentes testtömege és a test sejttömege alacsonyabbnak bizonyult, mint a PD-kezeltek esetében. A tendenciavizsgálatok tanúsága szerint a HD-kezelés romló gyulladásos folyamattal jellemezhető és általánosságban is progresszívebb, mint a PD. Vizsgálatunk alapján, az irodalmi adatoknak megfelelően, a dializált betegek adekvát kezelésében fontos a testösszetétel, a tápláltsági, valamint a szisztémás, szubklinikus gyulladásra vonatkozó legfontosabb paraméterek követése, hiszen ezek figyelembevételével alapvetően befolyásolható a dializált betegek túlélése. Indokoltnak tartható a dializált betegek száraz testsúlyának objektív vizsgálata és fenntartása.

Kulcsszavak: BMI, PD, hemodialízis, hiperhidráció, testösszetétel

Characterization of patients treated in the Miskolc Dialysis Center, regarding mortality, body composition and treatment modality

Ladányi E, Csurgók R, Kun Sz, Wittmann I.

Summary – According to some authors, obesity and higher body mass index (BMI) may be associated with better survival in certain populations of patient. It is suggested that higher BMI has a protective effect in dialyzed patients, thus strengthening the concept of obesity-paradox (or the reverse epidemiology). In the background of this concept, the role of inflammation, nutritional state and body composition were hypothesized. The aim of this study was to investigate obesity-paradox in the light of all-cause mortality, body composition, inflammatory and nutritional state in patients receiving prevalent hemodialysis (HD) and peritoneal dialysis (PD) treatment. In our investigation, a retrospective data analysis was performed between January 2020 and June 2023. Results of Body Composition Measurement (BCMv) using an analysis of bioimpedance, and laboratory findings were examined in association with mortality. Additionally, assuming different trends, we studied the differences between the two renal replacement modalities as a function of time. Data of a total of 765 patients on chronic dialysis (701 on HD and 64 on PD) were analysed. A better survival was confirmed in patients treated by PD. Deceased patients were significantly older and more anaemic. Also, systemic subclinical inflammation and catabolic state were more prominent in them. Overhydration was more frequent, while lean tissue index, lean tissue mass, relative lean tissue mass and body cell mass of deceased patients were found to be lower in HD group. According to the

Levelező szerző:

Prof. dr. Wittmann István,
II. Sz. Belgyógyászati Klinika és
Nefrológiai, Diabetológiai Centrum,
Pécsi Tudományegyetem,
Klinikai Központ;
7624 Pécs, Pacsirta u. 1.
E-mail: wittmann.istvan@pte.hu

DOI: <https://doi.org/10.33668/hn.28.013>

Hypertonia és Nephrologia
2024;28(3):101-111.

tendency analyses, HD group can be described by the worsening of inflammation and generally, by a more rapid progression. Based on our results, and the data of the literature, follow-up of the most important parameters of body composition, nutritional state and systemic subclinical inflammation is essential in adequate treatment of dialyzed patients, as survival of this patients can be significantly influenced by these parameters. Thus, objective assessing and maintaining dry body weight of dialysis patients may be fundamental.

Keywords: BMI, PD, haemodialysis, hyperhydration, body composition

Rövidítésjegyzék

Akt = proteinkináz-B
 ATM = (adipose tissue mass) zsírtömeg
 AW preDBP = (average weekly predialytic diastolic blood pressure) heti átlagos predialitikus diasztolés vérnyomás
 AW preSBP = (average weekly predialytic systolic blood pressure) heti átlagos predialitikus szisztolés vérnyomás
 AWOHpost = (average weekly postdialytic overhydration) heti átlagos posztdialitikus túlhidráltság
 AWOHpre = (average weekly predialytic overhydration) heti átlagos predialitikus túlhidráltság
 BCM = (body cell mass) testsejttömeg
 BCMv = (body-composition-monitor vizsgálat) bioimpedancia-vizsgálat
 BMI = (body mass index) testtömegindex
 bOH post = (estimated postdialytic overhydration) becsült posztdialitikus túlhidráltság
 bUFV = (estimated ultrafiltration volume) becsült ultrafiltrációs volumen
 PD = (continuous ambulatory peritoneal dialysis) folyamatos ambuláns peritoneális dialízis
 CRP = C-reaktív protein
 dOH ECW post = (real postdialytic extracellular water overhydration) valós posztdialitikus extracelluláris túlhidráltság
 dOH post = (real postdialytic overhydration) valós posztdialitikus túlhidráltság
 E/I = extracelluláris/intracelluláris víz aránya
 ECW = (extracellular water) extracelluláris víztartalom
 eOH ECW post = (estimated postdialytic extracellular water overhydration) becsült posztdialitikus extracelluláris túlhidráltság
 EuCliD = European Clinical Database
 EuroBCM = European Body Composition Monitor
 FTI = (fat tissue index) zsírszövetindex
 HD = hemodialízis
 hsCRP = (high-sensitivity C-reactive protein) C-reaktív protein
 ICW = (intracellular water) intracelluláris víztartalom
 IqR = (interquartile range) interkvartilis tartomány
 iPTH = (intact parathyroid hormone) intakt parathormon
 J-T = Jonckheere–Terpstra-teszt
 kt/V = dialízis hatékonyságának mérőszáma
 LTI = (lean tissue index) soványszövet-index
 LTM = (lean tissue mass) zsírmentes testtömeg
 MIA-szindróma = malnutritio-inflammatio-atherosclerosis szindróma
 NH testsúly = (normal hydrated weight) normál hidratált testsúly
 Nox = NADPH-oxidáz
 OH ECW pre = (predialytic extracellular water overhydration) predialitikus extracelluláris túlhidráltság
 OH = (overhydration) túlhidráltság
 PD = peritoneális dialízis
 relatív LTM = (relative lean tissue mass) relatív zsírmentes testtömeg
 SPSS = Statistical Package for the Social Sciences
 TBW = (total body water) teljestest-víztartalom
 URR = urearedukációs ráta
 USRDS = United States Renal Data System

Bevezetés

Ismert, hogy a magasabb testtömegindex (BMI) az általános populációban megnövekedett halálozással társul. Bizonyos krónikus betegségek, mint például a krónikus obstruktív tüdőbetegség, a szívelégtelenség és a rheumatoid arthritis esetében azonban a növekvő BMI-t összefüggésbe hozták a jobb túléléssel.

Az egyik első olyan tanulmányt, amely arra utalt, hogy a dializált betegekben szokatlan BMI-halálozási összefüggés lehet, 1982-ben közzétették *Degoulet* és munkatársai, akik azt találták, hogy a magasabb BMI nem jár magasabb mortalitással (1). Ezt követően *Leavey* és munkatársai a US Renal Data System (USRDS) adatai alapján szintén nem találtak bizonyítékot a magasabb halálozási kockázatra a magasabb BMI-értékkel rendelkező betegek körében (2). Mindkét kutató a BMI-t a mortalitás független, fontos előrejelzőjeként határozta meg és azt találták, hogy az alacsonyabb BMI magasabb halálozási kockázattal jár.

A malnutritio-inflammatio-atherosclerosis (MIA-szindróma) és az obesitási paradoxon közötti összefüggésre hazai szerzők is felhívták a figyelmet (3).

Ertilav és munkatársai vizsgálatában 3252 HD-kezelt beteget vizsgálva a magasabb BMI alacsonyabb rövid és hosszú távú halálozási kockázattal járt, különösen a gyulladással is jellemzett betegcsoportban (4).

Vashistha és munkatársai tanulmánya azt mutatta, hogy a magasabb BMI minden életkorban alacsonyabb halálozási kockázattal járt és ez függetlennek bizonyult a dialízisben eltöltött időtől. Ez az előny kifejezettebbnek tűnt az incidens HD-betegek és a 65 évnél fiatalabbak esetében (5).

Stenvinkel és szerzőtársai arról számoltak be, hogy a gyulladással állapot a BMI és a mortalitás összefüggésének kulcsfontosságú módosítója volt és összefüggést mutatott a mortalitással. A magasabb BMI a gyulladással bíró betegek esetében is jobb túléléssel járt együtt, amelyet számos mechanizmus magyarázhat, mint például nagyobb energiatartalék, magasabb lipid- és lipoproteinszint vagy az uraemiás toxinok zsírszövetben történő megkötése (6).

A dializált betegek testösszetétele számos változáson megy keresztül a dialízisjárással (HD vagy PD), a komorbiditási tényezők és a krónikus, szisztémás, szubklinikai gyulladás következtében.

A testvíz mennyisége minden kezelésnél és a HD mellett, a kezelések közti időkből is, változik.

Emellett a zsír- és soványszövet-tartalom is erős és független előrejelzője a dializált betegek túlélésének (7).

Multicentrikus, összehasonlító, nemzetközi elemzésben *van Biesen* és munkatársai a PD-betegek adatait az EuroBCM vizsgálatban gyűjtötték össze, míg a HD-betegek adatait az EuCliD Fresenius Medical Care adatbázisból nyerték. Eredményeik alapján, mind a PD-s, mind a HD-s betegeknél megnövekedett a zsírtömeg és csökkent a sovány szöveti index az egészséges populációhoz képest, amelynek hátterében az uraemiás állapotnak és nem pedig a dialíziskezelési modalitásnak tulajdonított szerepet (8).

A legújabb kutatások azt is kimutatták, hogy összefüggés van az alacsony soványszövet-index (LTI), a szisztémás, szubklinikus gyulladás és a folyadékterhelés között, amelyek együttesen összefüggést mutatnak a megnövekedett halálozási kockázattal (9).

A jelenlegi retrospektív vizsgálatunk célja az volt, hogy megvizsgáljuk egy prevalens, krónikusan dializált – HD és PD – betegek csoportjában az összes okból bekövetkező mortalitásra vonatkozó összefüggéseket a testösszetétel, a hidratáltság, a gyulladásos és a tápláltsági állapotra vonatkozó eredményekkel összevetve, ugyanis ezek az eredmények hasznos indikátorok a dializált betegek túlélésére vonatkozóan.

Vizsgálati módszerek, statisztikai elemzés

Vizsgálatunk retrospektív adatelemzésen alapuló tanulmány, amelynek során a Miskolci Nefrológiai Központban, krónikus dialízisprogramban kezelt betegek adatait elemeztük 2020. január 1. és 2023. június 30. között. Mind a hemodialízissel, mind az online hemodiafiltrációval, mind pedig peritoneális dialízissel kezelt betegek paramétereit bevontuk a vizsgálatba. Előbbi két betegcsoportot összevonva mint HD-csoport elemeztük, utóbbi mint PD szerepel.

Az alapvető demográfiai adatokon (életkor, nem, dialízismodalitás) túl kinyertük a fenti időszakban született legfontosabb laboratóriumi eredményeket (hematokrit, hemoglobinn, szérumvas, ferritin, transzferrin, albumin, kt/V, urearedukációs ráta [URR], intakt parathormon [iPTH], C-reaktív protein [CRP], predialízis urea, predialízis szérumkreatinin), a testösszetétel-mérések eredményeit, szárazsúly, testtömegindex [BMI], predialízis testsúly, poszt-dialízis testsúly, normális hidratált testsúly [NH testsúly], testmagasság, túlhidratáltság [OH], predialitikus extracelluláris túlhidratáltság [OH ECW pre], becsült ultrafiltrációs volumen [bUFV], becsült poszt-dialitikus túlhidratáltság [bOH post], valós poszt-dialitikus túlhidratáltság [dOH post], becsült poszt-dialitikus extracelluláris túlhidratáltság [eOH ECW post], valós poszt-dialitikus extracelluláris túlhidratáltság [dOH ECW post], heti átlagos predialitikus túlhidratáltság [AWOHpre], heti átlagos poszt-dialitikus túlhidratáltság [AWOHpost], heti átlagos predialitikus szisztolés vérnyomás [AW preSBP], heti átlagos predialitikus diasztolés vérnyomás [AW preDBP], karbamid megoszlási térfogata [Vurea], teljes testvíztartalom [TBW], extracelluláris víztartalom [ECW], intracelluláris víztartalom [ICW], extracelluláris/intracelluláris víz arány [E/I], soványszövet-index [LTI]; zsírszövetindex [FTI], zsírmentes testtömeg [LTM], relatív zsírmentes testtömeg [relatív LTM], testzsír, relatív testzsír, zsírtömeg [ATM], testsejttömeg [BCM]), illetve a halálozásra vonatkozó adatokat. Az adott időszakban rendelkezésre álló összes adatot felhasználtuk.

A testösszetétel-vizsgálatokat 13 heti rendszerességgel, dialízisnapon, 30-60 perccel a dialíziskezelés előtt, BCM (Body Composition Monitor) készülékkel végeztük (Fresenius Medical Care). BCM-készülék működése többfrekvenciás bioimpedancia-spektroszkópián alapul, 50 különböző frekvencián, 5 és 1000 kHz között, amely méri a hiperhidrációt, a teljestest-víztartalmat, az extra- és az intracelluláris vizet, a zsírszövet tömegét, a soványszövet-tömeget és a testnek a sejttömegét.

A betegadatok feldolgozásával kapcsolatban engedélyt kaptunk az adatgyűjtésre a B.-A.-Z. Vármegyei Központi Kórház és Egyetemi Oktató Kórház Regionális/Intézményi Tudományos és Kutatásetikai Bizottságtól (engedélyszám: BORS-01/2024), illetve az anonim adatok statisztikai analízisének elvégzésére

a Pécsi Tudományegyetem Klinikai Központ Regionális Kutatás-etikai Bizottságtól (engedélyszám: 9829-PTE 2024).

Statisztikai elemzés

Az egyes paraméterek eloszlását Kolmogorov–Smirnov-tesztrel vizsgáltuk. A normális eloszlásúakat átlag±szórás, a nem normális eloszlásúakat medián (interkvartilis terjedelem – IqR) formájában jelenítettük meg. A túlélők és az elhunytak adatainak összehasonlításánál, normális eloszlású változók esetén, kétmintás t-próbát, nem normális eloszlású paraméterek esetén pedig Mann–Whitney-tesztet alkalmaztunk. Ugyancsak előbbi teszteket használtuk a HD- és PD-csoportok közötti, egyes vizsgálati éveken belüli összehasonlítás céljából. A vizsgálat négy éve tekintetében longitudinális elemzés során külön-külön vizsgáltuk a HD- és PD-csoportot, ennek érdekében – trendanalízis céljából – Jonckheere–Terpstra-tesztet használtunk. A 0,05 alatti p-értéket tekintettük statisztikailag szignifikánsnak. A statisztikai analízisekhez a Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) 27. verzióját alkalmaztuk (IBM, Armonk, New York, Amerikai Egyesült Államok).

Eredmények

A túlélők és az elhunytak összehasonlítása

Először a túlélő és az elhunyt betegeket hasonlítottuk össze (1. táblázat).

Érdekes elsőként a HD- és a PD-kezelés hatását vizsgálni a mortalitás tekintetében. Eredményeink szerint a PD-kezelés összefüggésben áll a jobb kimenetellel, azaz a túléléssel.

Azt találtuk, hogy az elhunytak idősebbek, anaemiásabbak, vashiányosabbak voltak.

Az elhalálozottaknak kifejezettebb volt a szisztémás, szubklinikus gyulladása, amit a CRP- és ferritinemelkedés (pozitív akutfázis-proteinek), a transferrincsökkenés (negatív akutfázis-protein) és csoportjukban következményes katabolikus állapot (szérumalbuminszint) volt megfigyelhető.

Alacsonyabbnak bizonyult az elhunytak predialízis szérumurea- és kreatininszintje, valamint a száraz-, a normális hidratált, illetve a pre- és a poszt-dialitikus testsúlya. Ellentmondásos módon az elhunytak testtömegindexe magasabbnak adódott, amit azonban döntően befolyásolhatott az, hogy alacsonyabban voltak.

Az elhunytak, a túlélőkhöz képest, szignifikánsan túlhidráltak voltak, ami elsősorban a poszt-dialitikus időszakra és az extracelluláris térre bizonyult igaznak (bOH post: becsült poszt-dialitikus túlhidráltág, dOH post: valós poszt-dialitikus túlhidráltág, eOH ECW post: becsült poszt-dialitikus extracelluláris túlhidráltág, dOH ECW post: valós poszt-dialitikus extracelluláris túlhidráltág, AWOHpre: heti átlagos predialitikus túlhidráltág, AWOHpost: heti átlagos poszt-dialitikus túlhidráltág).

Érdekes módon mind a predialitikus szisztolés (AW preSBP), mind pedig a predialitikus diasztolés vérnyomás (AW preDBP)

heti átlaga tekintetében alacsonyabb értéket mértünk az elhaltak között.

Alacsonyabbnak találtuk az elhunytak karbamidmegoszlási térfogatát (Vurea), a teljes test víztartalmát (TBW), az extracelluláris víz tartalmát (ECW) és az intracelluláris víz tartalmát (ICW).

Az elhunytak soványszövet-indexe (LTI), zsírmentes testtömege (LTM), relatív zsírmentes testtömege (relatív LTM) és testsejttömege (BCM) alacsonyabbnak bizonyult, de zsírszövet-indexe (FTI) nagyobb lett, míg testzsírja és zsírtömege (ATM) nem különbözött (1. táblázat).

A HD- és a PD-kezelés összehasonlítása a vizsgált paraméterek tekintetében, 2020 és 2023 között

A hematokrit, a hemoglobin és a szérumvasszint minden időpontban magasabbnak bizonyult a PD-csoportban a HD-csoportéhoz képest (1. ábra A, B és C panel). A szérumferritinszintet minden időpontban alacsonyabbnak mértük a PD-csoportban a HD-hez képest, ami arra utal, hogy a szérumferritinszint inkább pozitív akutfázis-proteinként, mint vasanyagcsere-markerként viselkedik ebben a feldolgozásban (1. ábra D panel).

A tápláltsági állapot, a szisztémás, szubklinikus gyulladás, a dialízis hatékonysága és a csont- és ásványi anyagcsere szorosan összefügg a dializáltakban, ezért kerültek közösen a 2. ábrára. A szérumalbuminszint több időpontban is alacsonyabbnak bizonyult, míg a CRP minden alkalommal alacsonyabb lett a PD-kezeltekben (2. ábra A és B panel). A kt/V értéke csak a HD-sekre értelmezhető, mégis bemutatjuk annak érdekében, hogy a tendencia látható legyen (2. ábra C panel). Az iPTH minden időpontban alacsonyabb volt a PD-csoportban a HD-hoz képest (2. ábra D panel).

A retenciós értékek közül a szérumkarbamidszint majdnem egyöntetűen magasabb volt a PD-csoportban a HD-csoporttal történő összevetés során (3. ábra A panel), míg a szérumkreatinin-szint minden időpontban alacsonyabbnak bizonyult a PD-csoportban (3. ábra B panel).

A száraztest-súly, az intracelluláris víztartalom, az extracelluláris víztartalom tekintetében ugyan láttunk egy-egy szignifikáns különbséget, amelynek lehet klinikai jelentősége, de a teljes periódusra ez nem volt jellemző, ezért messzemenő következtetések levonására ez nem alkalmas (4. ábra A, B és C panel). A normális hidráltág szempontjából nem észleltünk különbséget (4. ábra D panel).

Meglepetésre a túlhidráltág szempontjából sem teljesen egyértelmű az előnye a PD-nek a HD-hoz képest, bár kétségtelenül a szignifikanciák inkább a PD kedvezőbb voltára utalhatnak akkor is, ha nem homogén a kép (5. ábra A és B panel). A karbamidmegoszlási térfogat és a BMI-eredményekből következtetés nem vonható le (5. ábra C és D panel).

A 6. ábra paneljei alapján az a benyomás alakulhat ki, hogy a zsírszövet talán jobban megtartott a PD-csoportban a HD-hoz képest (6. ábra A, B, C és D panel).

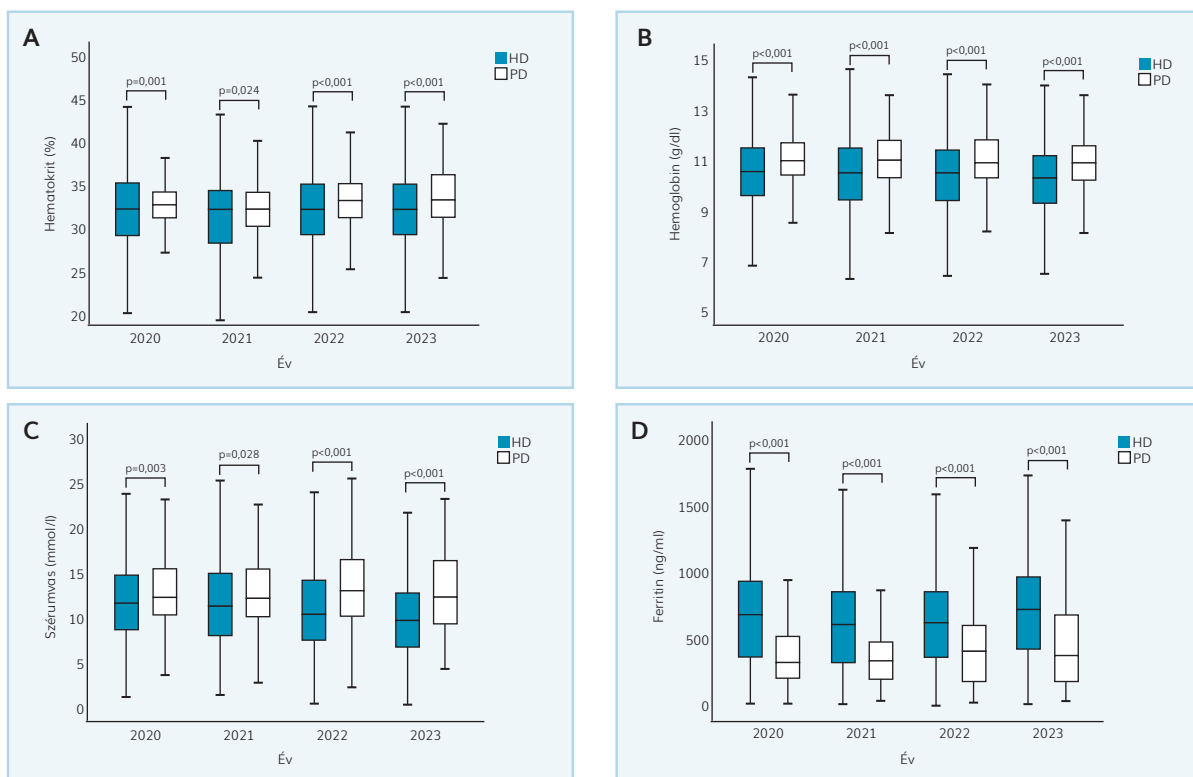
1. táblázat.
A betegek klinikai adatainak mortalitás szerinti összehasonlítása

	Túlélt	Elhunyt	p-érték
n	562	203	
Életkor [év]	58±16	67±12	<0,001
Nem [férfi] (%)	321 (57)	105 (52)	0,949
Kezelés			
HD	506 (90)	195 (96)	0,007
PD	56 (10)	8 (4)	
Hematokrit [%]	32 (29; 35)	31 (28; 34)	<0,001
Hemoglobin [g/dl]	10,7 (9,7; 11,6)	10,4 (9,3; 11,4)	<0,001
Szérumvas [μmol/l]	11,4 (8,4; 14,7)	10,45 (7,5; 14,05)	<0,001
Ferritin [ng/ml]	582,8 (285; 859)	708,15 (436,9; 935,7)	<0,001
Transzferrin [g/l]	1,72 (1,50; 1,99)	1,58 (1,36; 1,83)	<0,001
Albumin [g/l]	38,0 (35,6; 40,5)	36,3 (33,1; 39,0)	<0,001
kt/V	1,50 (1,31; 1,70)	1,49 (1,28; 1,71)	0,111
URR [%]	77,53 (72,73; 81,13)	76,77 (72,22; 81,54)	0,017
iPTH [pmol/l]	48,0 (26,8; 76,9)	43,3 (22,65; 73,05)	0,003
CRP [mg/l]	7,3 (3,0; 21,6)	18,1 (6,3; 53,9)	<0,001
Predialízis urea [mmol/l]	17,9 (14,5; 21,9)	16,6 (13,1; 20,6)	<0,001
Predialízis szérumkreatinin [μmol/l]	652 (530; 802)	578 (479; 696)	<0,001
Szárazsúly [kg]	72,5 (62,0; 87,5)	69,5 (56,5; 81,0)	<0,001
BMI [kg/m ²]	26,87 (23,2; 31,36)	27,88 (23,46; 32,8)	<0,001
Predialízis testsúly (kg)	75,8 (66; 90,85)	73,2 (59,4; 85,9)	<0,001
Poszt-dialízis testsúly (kg)	74,6 (65; 89,6)	71,45 (58,2; 83,6)	<0,001
NH testsúly (kg)	72,23 (62,18; 85,64)	68,76 (56,01; 80,36)	<0,001
Testmagasság (cm)	168 (160; 175)	165 (159,5; 170)	<0,001
OH (l)	2,52 (1,36; 3,73)	2,69 (1,45; 4,08)	0,002
OH ECW pre (%)	13,05 (7,28; 18,39)	14,58 (8,11; 19,99)	<0,001
bUFV (ml)	2400 (1100; 3300)	2300 (1200; 3300)	0,310
bOH post (l)	0,18 (-1,06; 1,42)	0,2 (-0,95; 1,6)	0,221
dOH post (l)	0,9 (-0,2; 2,1)	1,1 (0; 2,5)	<0,001
eOH ECW post (%)	1,05 (-6,01; 7,99)	1,19 (-5,8; 9,5)	0,162
dOH ECW post (%)	0,1 (0; 0,1)	0,1 (0; 0,1)	<0,001
AWOHpre (l)	2,47 (1,39; 3,64)	2,55 (1,43; 3,75)	0,481
AWOHpost (l)	0,54 (-0,58; 1,65)	0,7 (-0,42; 1,96)	0,001
AW preSBP (Hgmm)	149 (135; 163)	147 (130; 162)	<0,001
AW preDBP (Hgmm)	75 (64; 85)	68 (60; 77)	<0,001
Vurea (l)	35,03 (29,62; 40,83)	32,09 (27,22; 37,84)	<0,001
TBW (l)	37,35 (31,48; 43,1)	34,33 (29,13; 40,09)	<0,001
ECW (l)	18,37 (15,77; 20,97)	17,4 (15,02; 20,07)	<0,001
ICW (l)	18,68 (15,65; 22,22)	16,76 (13,93; 19,85)	<0,001
E/I	0,98 (0,89; 1,07)	1,04 (0,95; 1,12)	<0,001
LTI (kg/m ²)	13,08 (11,24; 15,48)	11,94 (10,22; 14,11)	<0,001
FTI (kg/m ²)	12,14 (8,41; 16,95)	12,95 (9,05; 17,16)	0,004
LTM (kg)	36,7 (29,72; 45,84)	32,47 (26,41; 39,79)	<0,001
Relatív LTM (%)	49,81 (40,4; 60)	45,23 (37,42; 55,87)	<0,001
Testzsír (kg)	25,03 (17,61; 34,23)	25,37 (17,41; 34,76)	0,434
Relatív testzsír (%)	33,85 (26; 41,18)	36,85 (28,48; 43,17)	<0,001
ATM (kg)	34,05 (23,96; 46,56)	34,52 (23,69; 47,3)	0,434
BCM (kg)	19,96 (15,53; 26,05)	17,24 (13,33; 21,97)	<0,001

Átlag±szórás vagy medián (IqR), URR = urearedukációs ráta; iPTH = intakt parathormon; CRP = C-reaktív protein; BMI = testtömegindex; NH testsúly = normális hidratált testsúly; OH = túlhidratáltság; OH ECW pre = predialitikus extracelluláris túlhidratáltság; bUFV = becsült ultrafiltrációs volumen; bOH post = becsült poszt-dialitikus túlhidratáltság; dOH post = valós poszt-dialitikus túlhidratáltság; eOH ECW post = becsült poszt-dialitikus extracelluláris túlhidratáltság; dOH ECW post = valós poszt-dialitikus extracelluláris túlhidratáltság; AWOHpre = heti átlagos predialitikus túlhidratáltság; AWOHpost = heti átlagos poszt-dialitikus túlhidratáltság; AW preSBP = heti átlagos predialitikus szisztolés vérnyomás; AW preDBP = heti átlagos predialitikus diasztolés vérnyomás; Vurea = karbamid megoszlási térfogata; TBW = teljes testvíztartalom; ECW = extracelluláris víztartalom; ICW = intracelluláris víztartalom; E/I = extracelluláris/intracelluláris víz arány; LTI = soványszövet-index; FTI = zsírszövetindex; LTM = zsírmentes testtömeg; relatív LTM = relatív zsírmentes testtömeg; ATM = zsírtömeg; BCM = testsejttömeg.

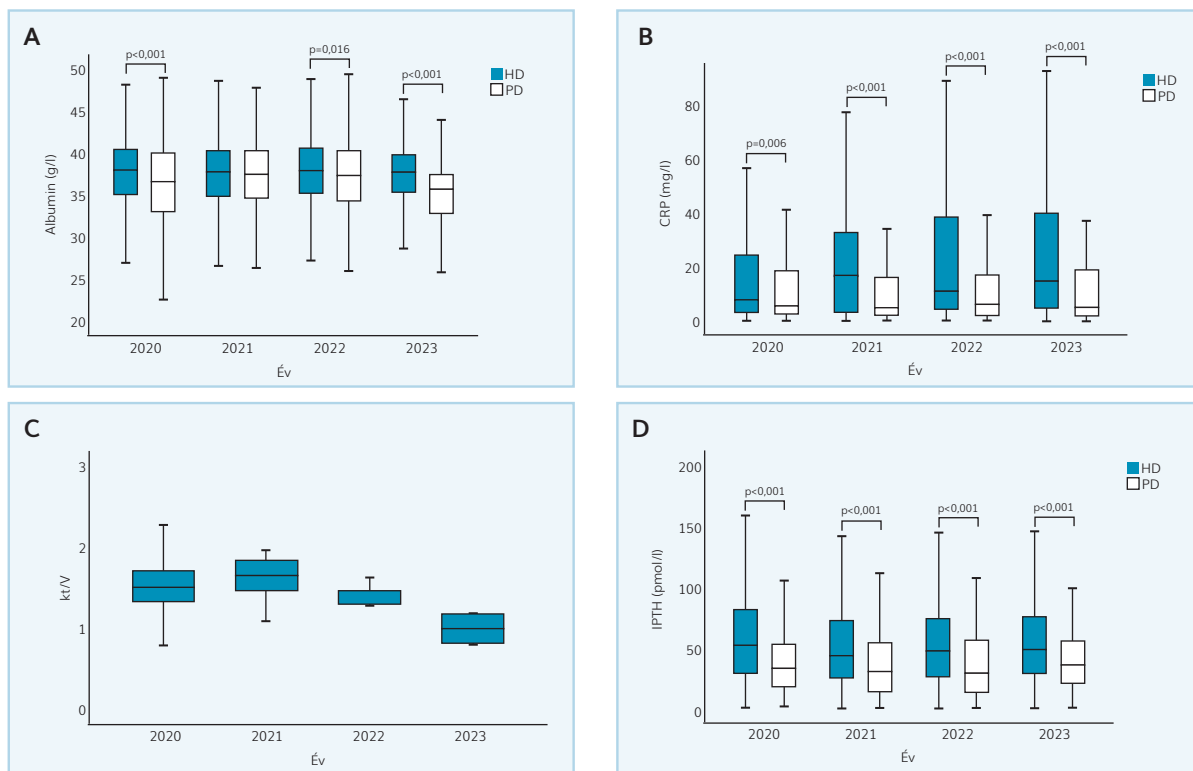
1. ábra.

A vérképzés paramétereinek (A: hematokrit; B: hemoglobin; C: szérumvas; D: szérumferritin) összehasonlítása, 2020–2023 között, HD- és PD-kezelt betegeinkben



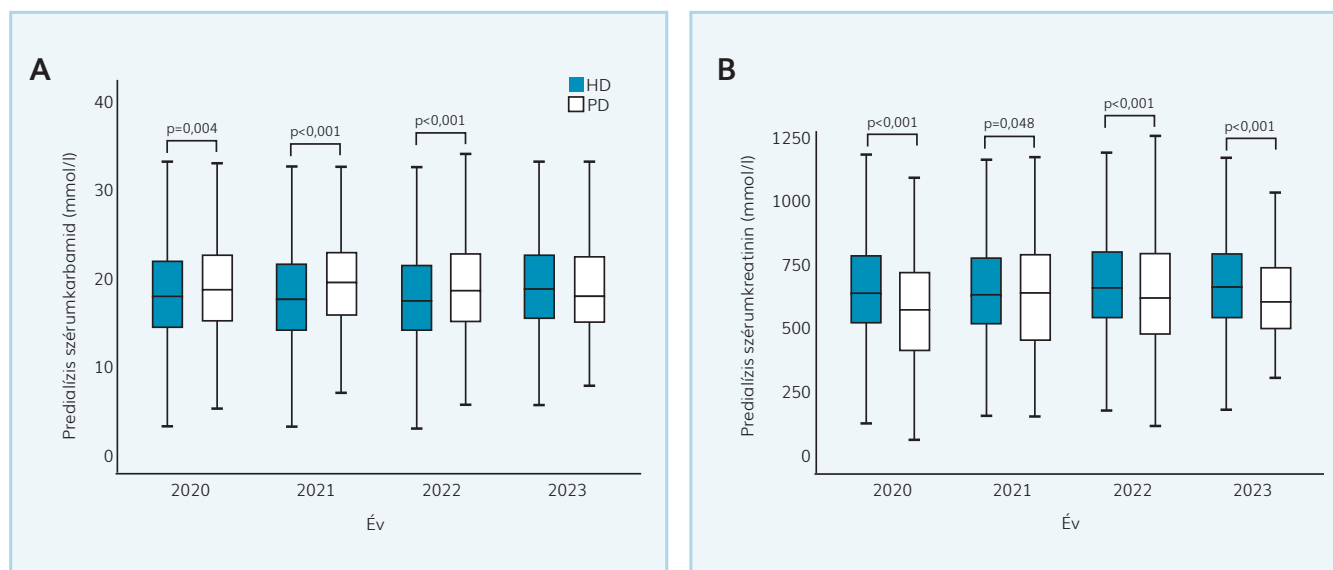
2. ábra.

A tápláltsági állapot (A), a gyulladás (B), a dialízishatékonyosság (C) és a csont- és ásványi anyagcsere (D) paramétereinek összehasonlítása 2020–2023 között, HD- és PD-kezelt betegeinkben



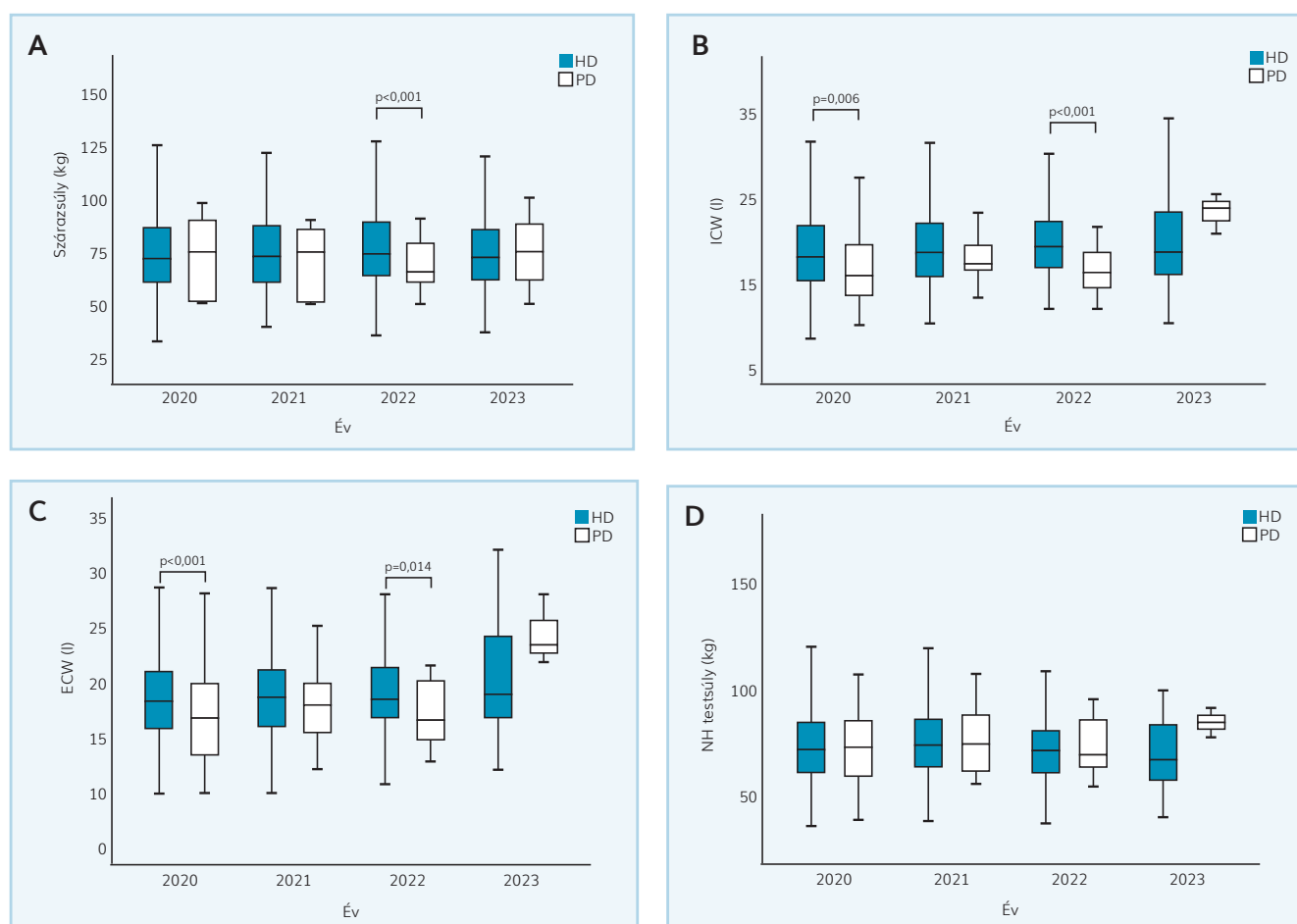
3. ábra.

A retenciós paraméterek (A: predialízis szérumkarbamid; B: predialízis szérumkreatinin) összehasonlítása 2020–2023 között, HD- és PD-kezelt betegeinkben



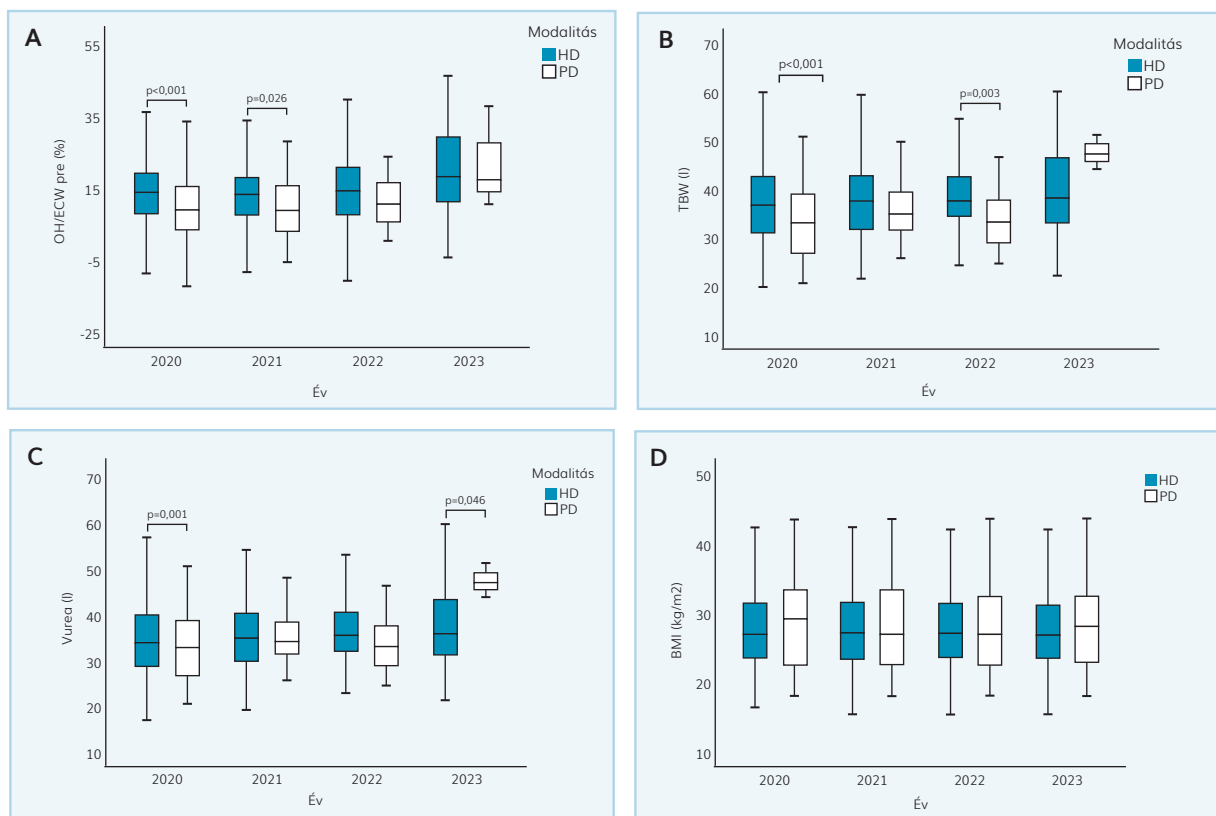
4. ábra.

A testösszetétel paramétereinek (A: szárazsúly; B: ICW [intracelluláris víztartalom]; C: ECW [extracelluláris víztartalom]; D: testösszetétel-méréssel meghatározott NH [normális hidrátsági] testsúly) összehasonlítása 2020–2023 között, HD- és PD-kezelt betegeinkben



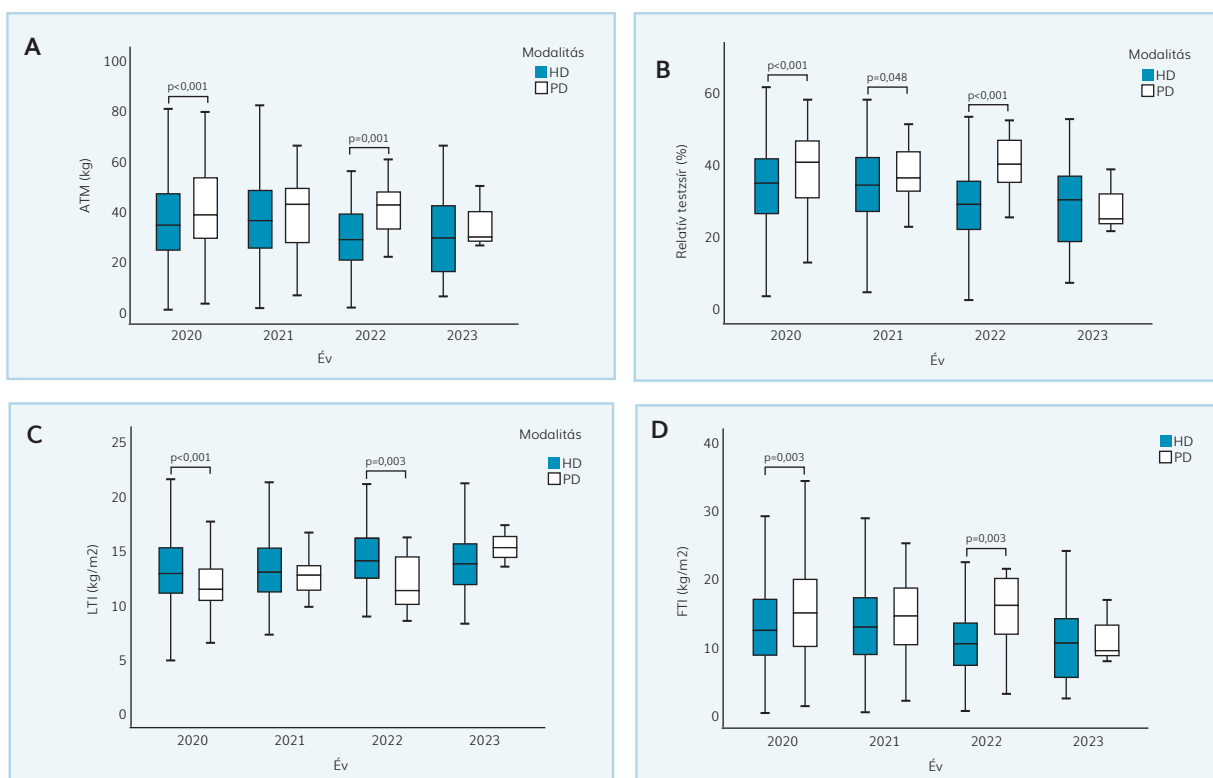
5. ábra.

A testösszetétel paramétereinek (A: OH/ECWpre [predialitikus extracelluláris túlhidratáltság]; B: TBW [teljestest-víz-tartalom]; C: Vurea [karbamid megoszlási térfogata]; D: BMI [testtömegindex]) összehasonlítása 2020–2023 között, HD- és PD-kezelt betegeinkben



6. ábra.

A testösszetétel paramétereinek (A: ATM [zsírtömeg]; B: relatív zsírtömeg; C: LTI [soványszövet-index]; D: FTI [zsírszövetindex]) összehasonlítása 2020–2023 között, HD- és PD-kezelt betegeinkben



2. táblázat.
A HD- és a PD-kezelés tendenciái 2020–2023 között

	HD		PD	
	J-T	p	J-T	p
Hematokrit [%]	4,5	<0,001	0,7	<0,001
Hemoglobin [g/dl]	-6,0	<0,001	1,4	0,156
Szérumvas [$\mu\text{mol/l}$]	-8,6	<0,001	0,1	0,933
Ferritin [ng/ml]	1,3	0,196	1,6	0,113
Transzferrin [g/l]	-2,3	0,019	3,5	<0,001
Albumin [g/l]	0,4	0,707	1,7	0,089
iPTH [pmol/l]	-1,6	0,109	0,2	0,849
CRP [mg/l]	5,9	<0,001	0,7	0,506
Predialízis urea [mmol/l]	2,0	0,044	0,8	0,396
Predialízis szérum kreatinin [$\mu\text{mol/l}$]	5,9	<0,001	4,0	<0,001
Szárazsúly [kg]	2,1	0,037	0,0	0,988
BMI [kg/m^2]	-2,8	0,005	0,5	0,624
Predialízis testsúly (kg)	0,7	0,463	1,2	0,222
Poszt-dialízis testsúly (kg)	1,0	0,323	0,6	0,536
NH testsúly (kg)	0,7	0,502	0,9	0,373
OH (l)	0,4	0,654	1,3	0,186
OH ECW pre (%)	-0,5	0,605	1,1	0,245
bUFV (ml)	-3,4	0,001	3,2	0,001
bOH post (l)	3,0	0,002	1,2	0,242
dOH post (l)	2,9	0,004	0,8	0,451
eOH ECW post (%)	2,9	0,004	0,8	0,441
dOH ECW post (%)	2,6	0,010	0,7	0,460
AWOHpre (l)	0,8	0,412	0,6	0,554
AVOHpost (l)	2,2	0,026	0,9	0,361
AW preSBP (Hgmm)	0,8	0,425	1,8	0,070
AW preDBP (Hgmm)	2,0	0,047	1,9	0,053
Vurea (l)	4,2	<0,001	2,5	0,014
TBW (l)	3,5	0,001	2,6	0,011
ECW (l)	2,5	0,011	2,2	0,029
ICW (l)	3,9	<0,001	3,0	0,003
E/l	-2,6	0,008	0,6	0,532
LTI (kg/m^2)	3,3	0,001	3,0	0,002
FTI (kg/m^2)	-2,6	0,010	0,5	0,636
LTM (kg)	4,4	<0,001	3,4	0,001
Relatív LTM (%)	3,6	<0,001	1,3	0,188
Testzsír (kg)	-1,6	0,100	0,3	0,784
Relatív testzsír (%)	-3,3	0,001	1,1	0,255
ATM (kg)	-1,6	0,101	0,3	0,784
BCM (kg)	4,1	<0,001	3,4	0,001

Átlag±szórás vagy medián (IqR), URR = urearedukációs ráta; iPTH = intakt parathormon; CRP = C-reaktív protein; BMI = testtömegindex; NH testsúly = normál hidratált testsúly; OH = túlhidratáltság; OH ECW pre = predialitikus extracelluláris túlhidratáltság; bUFV = becsült ultrafiltrációs volumen; bOH post = becsült poszt-dialitikus túlhidratáltság; dOH post = valós poszt-dialitikus túlhidratáltság; eOH ECW post = becsült poszt-dialitikus extracelluláris túlhidratáltság; dOH ECW post = valós poszt-dialitikus extracelluláris túlhidratáltság; AWOHpre = heti átlagos predialitikus túlhidratáltság; AVOHpost = heti átlagos poszt-dialitikus túlhidratáltság; AW preSBP = heti átlagos predialitikus szisztolés vérnyomás; AW preDBP = heti átlagos predialitikus diasztolés vérnyomás; Vurea = karbamid megoszlási térfogata; TBW = teljes test-víz-tartalom; ECW = extracelluláris víz-tartalom; ICW = intracelluláris víz-tartalom; E/l = extracelluláris/intracelluláris víz aránya; LTI = soványszövet-index; FTI = zsírszövet-index; LTM = zsírmentes testtömeg; relatív LTM = relatív zsírmentes testtömeg; ATM = zsírtömeg; BCM = testsejttömeg.

Az eredmények időkinetikájának bemutatása 2020 és 2023 között

Az 1–6. ábra bemutatta, hogy a HD-kezeltek a PD-kezeltekhez képest milyen különbségeket mutatnak. A 2. táblázatban azt demonstráljuk, hogy a vizsgált időszakban (2020–2023) milyen időfüggő tendenciák voltak igazolhatók külön a HD- és külön a PD-kezeltekre.

A Jonckheere–Terpstra- (J-T) teszt mutatja a tendenciák szignifikanciáját (p-érték) és az irányát. Az előjel nélküliek a növekedést, a negatív előjelűek a csökkenést jelzik.

Azért ábráztuk a HD-vel parallel a PD tendenciáit, mert a két kezeléstípus esetleges eltérő trendjeire voltunk kíváncsiak.

Míg a hematokrit mindkét kezelés esetében növekvő tendenciát mutatott, addig a hemoglobin a HD esetében csökkent, a PD esetében pedig nem változott. A szérumvas trendje ugyanaz volt, mint a hemoglobiné. Meglepő módon a transzferrin illetően a HD esetében csökkenést, a PD-s betegekben viszont szignifikáns növekedést észleltünk, amit érdemes a transzferrin negatív akutfázis-protein tulajdonságán keresztül értékelni.

Különbséget találtunk a CRP tekintetében is, ugyanis a HD esetében növekvő tendencia volt kimutatható, míg a PD-csoportban nem jelentkezett szignifikáns trend.

A BMI csökkent a HD-csoportban és nem változott a PD-ben.

Ellentétesen változott a becsült ultrafiltrációs volumen (bUFV) is, mert a HD-ben szignifikáns csökkenést, míg a PD-ben szignifikáns növekedést tudunk kimutatni.

Az összes poszt-dialitikus túlhidrátsági mutató (bOH post, dOH post, eOH ECW post, dOH ECW post) növekvő tendenciája volt igazolható a HD-ben, míg a PD-ben nem változtak ezek.

A HD-csoportban csökkent az FTI és a relatív testzsír, illetve nőtt a relatív LTM, amik a PD-ben nem változtak (2. táblázat).

Megbeszélés

A túlélés meghatározói

Vizsgálatunkban négy év alatt 765 beteg közül 203-an haltak meg, ami 26,5%-os összes mortalitást jelent. Ennek a magas értéknek a megoszlása azt mutatta, hogy a PD-kezeléssel áll kapcsolatban a kisebb mortalitás.

Azt találtuk, hogy az elhunytak idősebbek, anaemiásabbak, vashiányosabbak voltak, kifejezettebb szisztémás, szubklinikus gyulladással, a BCMv eredményei alapján alacsonyabb száraz, normális hidratált, illetve pre- és a poszt-dialitikus testsúllyal és szignifikáns túlhidrátsággal, ami elsősorban a poszt-dialitikus időszakra és az extracelluláris térre bizonyult igaznak. Az elhunytak soványszövet-indexe, zsírmentes testtömege, relatív zsírmentes testtömege és testsejt-tömege alacsonyabbnak bizonyult, de zsírszövet-indexe nagyobb lett a BCM-mérések tanúsága szerint.

Bello és munkatársai szerint a dializáltak hospitalizációját döntően befolyásoló tényezők között a tápláltság, a szisztémás, szubklinikus gyulladás, a komorbiditási, demográfiai, pszichoszociális és dialízishatékonysági faktorok játsszák a legfőbb szerepet (10). Álláspontjuk szerint a dialízis kimenelete szempontjából kritikus jelentőséggel bírók között a magas mortalitás mellett a kimerültség, a vascularis hozzáférés és a cardiovascularis megbetegedés szerepel.

Vizsgálatunkból kitűnt, hogy a legfontosabb kemény végpontot, a mortalitást döntően befolyásoló tényezők az irodalomban felsorolt paraméterek körül halmozódnak. Elsődleges szerep juthat a gyulladásnak, amelyből sok minden származtatható. A gyulladás a keringésben citokinek felszaporodását is okozza. A citokinek közül például a TNF-alfa sejtfelszíni receptorához kötődve aktiválja a NADPH-oxidáz (Nox) enzimet, amely szuperoxid-szabadgyököt termel (11). Ez intracelluláris oxidatív stresszhez vezet, ami gátolja, többek között, az inzulin és az eritropoetin jelátvitelét (12). Ez csökkenti a vörösvértestképzést (eritropoetinrezisztenciát okoz), ami normociter, normokróma anaemiához vezet.

Az inzulinrezisztencia következtében megváltozik az anyagcsere, katabolizmus lép fel, amit csak részben kompenzál az inzulin kiürülésének csökkenése (hiszen az inzulinelimináció fontos szerve a vese) (13).

Mind az eritropoetin, mind pedig az inzulin nagyon fontos antiapoptotikus hormon (14). Ez a hatásuk azonban a rezisztencia miatt nem jön létre, hiszen ehhez intakt intracelluláris proteinkináz-B- (Akt-) működés kell, amely része a jelátviteli rezisztenciának (12). A kialakuló apoptózis következtében csökkenhetett vizsgálatunkban a soványszövet-index, a zsírmentes testtömeg, a relatív zsírmentes testtömeg és a testsejt-tömeg.

Súlyos következménye az antiapoptotikus hormonhatások (inzulin- és eritropoetinrezisztencia miatti) kiesésének az is, hogy a kritikus cardiovascularis rendszerben könnyebben kialakul a funkciókiesés (például a szívelégtelenség is), aminek a dialízissel való kapcsolata közismert és egyik fontos oka a dializáltak magas halálozásának (15).

A Stramaityte és munkatársai által végzett vizsgálatban a mi véleményünkhöz hasonló megállapításra jutottak a BCMv használatával kapcsolatosan, összefüggést keresve a testösszetétel és a mortalitás között (16).

HD-ben a túlhidrátság oka túlnyomórészt a vesefunkció kiesése, de szerepe lehet a szívelégtelenségnek, sőt nemritkán a veseeredetű neuropathiának is. Ezt a fokozott túlhidrátságot detektáltuk mi is az elhunytak körében a BCMv-eljárással. Meg kell azonban azt is említenünk, hogy egyesek (Schotman és munkatársai) a BCMv-eljárás nem minden paraméterét tartják elég pontosnak a túlhidrátság meghatározására (17). Javaslatuk szerint a poszt-dialitikus túlhidrátságot kellene vizsgálni. Mi is eme paraméterek használatával találtunk különbséget a túlélők és az elhunytak között.

A HD és a PD összehasonlító időkinetikája

A kedvezőbb túlélést biztosító PD-csoportban minden időpontban jobb vérképzési paramétereket, alacsonyabb gyulladásos értékeket és iPTH-szintet, alacsonyabb szérumkreatinin- és magasabb karbamid-nitrogén-szintet mértünk. A hidrátság tekintetében nem voltak ennyire egyértelműek az eredmények, bár tendenciaszerű eltéréseket találtunk.

Külön ki szeretnénk térni a PD-ben alacsonyabb szérumferritin- és magasabb karbamid-nitrogén-szint értelmezésére. Ami a PD-ben észlelt alacsonyabb szérumferritinszintet illeti, ez együtt járt a magasabb vasszinttel és a jobb vörösvértestképzési eredményekkel, ami arra utalhat, hogy a szérumferritinszint tekintetében kimutatható különbség a két csoport (PD és HD) között nem a vasanyagcserével állhat kapcsolatban, hanem in-

kább a gyulladással. A ferritin ugyanis nemcsak a vasanyagcsere markere, hanem egyúttal pozitív akutfázis-protein is (azaz gyulladásban szintje magasabb). Így tehát ebben az összehasonlításban (PD és HD) arra utalhat a ferritin mérsékeltbb vérszintje, hogy a PD-ben alacsonyabb a gyulladás foka, amit az alacsonyabb CRP-érték is megerősít és végül mindez a kedvezőbb mortalitásban manifesztálódik PD-ben.

Ami a PD-ben magasabb karbamid-nitrogén-szintet illeti, tudnunk kell, hogy a karbamid-nitrogén nemcsak retenció paraméter, hanem a tápláltságot is tükrözi. Így tehát a PD és HD összehasonlításában magasabb karbamid-nitrogén-szint arra utalhat, hogy (talán az alacsonyabb fokú gyulladás miatt is) PD-ben kisebb a katabolizmus mértéke, ami végül is a jobb mortalitási adatban is tükröződhet.

Ami a PD-csoport alacsonyabb albuminszintjét illeti, ismert, hogy a PD-kezelés jelentős, napi 5-10 g fehérjevesztéssel jár a peritoneumon át. Ennek fele jellemzően albumin. Legfőképpen ez a magyarázata annak, hogy a PD-kezelte betegek szérumalbuminszintje – összehasonlítva a HD-kezelte betegekkel – alacsonyabb. A PD-kezelés során a fehérjevesztés legmagasabb a gyors vagy átlagosan gyors transzporter betegeknél és peritonitis esetén (18).

Tendenciák 2020 és 2023 között

A hematokrit mindkét kezelés (HD és PD) esetében növekvő tendenciája és a hemoglobin csökkenő trendje HD-ben arra utal, hogy a vasanyagcsere fokozatosan romlott a HD-ben, amit a szérumvas tendenciái meg is erősítettek.

Meglepő módon a transzferrin szintje HD esetében csökkenést, a PD-s betegekben viszont szignifikáns növekedést észleltünk. A transzferrin negatív akutfázis-protein, ami azt jelenti, hogy gyulladás esetén csökken a szintje, ami a két kezelési csoport közötti gyulladásos különbségre, azaz a HD-ben kifejezettebb inflammatióra utalhat. Ezt megerősíti a CRP HD-csoportban észlelt szignifikáns, növekvő tendenciája.

A poszt-dialitikus túlhidráltsági mutatók (bOH post, dOH post, eOH ECW post, dOH ECW post) növekvő tendenciája HD-ben és azok változatlansága PD-ben arra utal, hogy a HD, a PD-vel szemben, progresszív állapot.

Mindezek a tendenciák újra megerősítik azt, hogy a HD rosszabb prognózisú, mint a PD, amit a mortalitási adatokból is láthattunk.

A vizsgálat limitáló tényezői és erősségei

Tanulmányunknak több limitáló tényezője van. A vizsgált időszakot önkényesen határoztuk meg, ezen időtartam alatt minden, a centrumunkban krónikusan dializált beteget bevontunk a vizsgálatba és adataikat feldolgoztuk anélkül, hogy előzetesen speciális alcsoportokat képeztünk volna. További limitáló tényezőnek számít, hogy a vizsgálati időszakra esik a Covid-pandémia.

Vizsgálatunk erőssége a homogenitás, ami azt jelenti a mi esetünkben, hogy a betegeket azonos orvosszakmai elvek, szemlélet, minőségi indikátorok és elvárások mentén ugyanazon szakmai team kezelte.

Következtetések

Eredményeink alátámasztják azt, amit az irodalmi adatok is megerősítenek, hogy a dializált betegek kezelése során a testösszetétel, a tápláltsági állapot, illetve a szisztémás, szubklinikus gyulladás jellemzőinek egyidejű figyelembevételével segítheti a dializált betegek kezelését a kedvezőbb túlélés érdekében. Továbbá alkalmazandó a dializált betegek száraz testsúlyának objektív vizsgálata.

Irodalom

1. Degoulet P, Legrain M, Réach I, Aimé F, Devriés D et al. Mortality Risk Factors in Patients Treated by Chronic Hemodialysis: Report of the Diaphane Collaborative Study. *Nephron* 1982;31(2):103-10. <https://doi.org/10.1159/000182627>
2. Levey SE, Strawderman RL, Jones CA, Port FK, Held PJ. Simple nutritional indicators as independent predictors of mortality in hemodialysis patients. *AJKD* 1998;31(6):997-1006. <https://doi.org/10.1053/ajkd.1998.v31.pm9631845>
3. Freisinger L, Némethy O, Lovics Zs, Szlovák E, Dolgos Sz. Krónikus vesebetegség és obesitas. *Hypertonia és Nephrologia* 2023;27(6):257-65. <https://doi.org/10.33668/hn.27.034>
4. Ertlav M, Levin WN, Celtik A, Kircelli F et al. Impact of body mass index on short-term and long-term survival in prevalent hemodialysis patients. *Hemodial Int* 2019;23:375-83. <https://doi.org/10.1111/hdi.12746>
5. Vashistha T, Mehrotra R, Park J, Streja E, et al. Effect of age and dialysis vintage on obesity paradox in long-term hemodialysis patients. *AJKD* 2014;63(4):612-22. <https://doi.org/10.1053/j.ajkd.2013.07.021>
6. Stenvinkel P, Gillespie JA, Tunks J, Addison J, et al. Inflammation modifies the paradoxical association between body mass index and mortality in hemodialysis patients. *J Am Soc Nephrol* 2016;27(5):1497-86. <https://doi.org/10.1681/ASN.2015030252>
7. Marcelli D, Usvyat LA, Kotanko P, Bayh I, Canaud B, Etter M, Gatti E, Grassmann A, Wang Y, Marelli C, Scatizzi L, Stopper A, van der Sande FM, Kooman J; MONITORING Dialysis Outcomes (MONDO). Body composition and survival in dialysis patients: results from an international cohort study. *Clin J Am Soc Nephrol* 2015;10(7):1192-200. <https://doi.org/10.2215/CJN.08550814>
8. Biesen W, Claes W, Covic A, Fan S, et al. A multicentric, international matched pair analysis of body composition in peritoneal dialysis versus haemodialysis patients. *Nephrology Dialysis Transplantation* 2013;28(10):2620-28. <https://doi.org/10.1093/ndt/gft296>
9. Broers NJH, Canaud B, Dekker MJE, van der Sande FM, Stuard S, Wabel P, Kooman JP. Three compartment bioimpedance spectroscopy in the nutritional assessment and the outcome of patients with advanced or end stage kidney disease: What have we learned so far? *Hemodial Int* 2020;24(2):148-61. <https://doi.org/10.1111/hdi.12812>
10. Bello AK, Okpechi IG, Osman MA, Cho Y, Htay H, Jha V, Wainstein M, Johnson DW. Epidemiology of haemodialysis outcomes. *Nature Rev Nephrol* 2022;18:378-95. <https://doi.org/10.1038/s41581-022-00542-7>
11. Bayoumi AA, Ahmad E, Ibrahim IAA, Mahmoud MF, Elbattreek MH. Inhibition of both NOX and TNF- α exerts substantial renoprotective effects in renal ischemia reperfusion injury rat model. *Eur J Pharmacol* 2024;970:176507. <https://doi.org/10.1016/j.ejphar.2024.176507>
12. Wittmann I. The common single cause of chronic multi-hormonal resistance in oxidative stress. *Antioxidants* 2023;12(1):75. <https://doi.org/10.3390/antiox12010075>
13. Huber MP, Zelnick LR, Utzschneider KM, Kahn SE, de Boer IH, Kestenbaum BR. Tubular secretory clearance is associated with whole-body insulin clearance. *J Clin Endocrinol Metab* 2020;105(11):e3882-e3891. <https://doi.org/10.1210/clinem/dgaa522>
14. Muta K, Krantz SB. Apoptosis of human erythroid colony-forming cells is decreased by stem cell factor and insulin-like growth factor I as well as erythropoietin. *J Cell Physiol* 1993;156(2):264-71. <https://doi.org/10.1002/jcp.1041560207>
15. Khan MS, Ahmed A, Greene SJ, Fiuzat M, Kittleson MM, Butler J, Bakris GL, Fonarow GC. Managing heart failure in patients on dialysis: state-of-the-art. Review. *J Card Fail* 2023;29(1):87-107. Epub 2022 Oct 13. <https://doi.org/10.1016/j.cardfail.2022.09.013>
16. Stramaityte I, Vaiciuniene R, Kusleikaite-Pere N, Ziginskienė E, Kuzmiskis V, Bumblytė IA. Body composition analysis in dialysis patients: Nutrition screening and prediction of outcome. *Medicina (Kaunas)* 2017;53(Suppl):1-6.
17. Schotman J, Rolleman N, van Borren M, Wetzels J, Kloke H, Reichert L, de Boer H. Accuracy of bioimpedance spectroscopy in the detection of hydration changes in patients on hemodialysis. *J Ren Nutr* 2023;33(1):193-200. Epub 2021 Dec 23. <https://doi.org/10.1053/j.jrn.2021.11.004>
18. Daugirdas JT, Blake PG, Ing TS. Peritoneal dialysis in Handbook of Dialysis. Lippincott Williams & Wilkins, 2007. 4th ed.