

**Az időjárás egészségmódosító hatásainak vizsgálata  
COPD-s betegek körében**

**Doktori (PhD) értekezés tézisei**

**Márovics Gergely Péter**



**Klinikai Orvostudományok Doktori Iskola**

**Doktori iskola vezetője: Prof. Dr. Bogár Lajos**

**Programvezető: Prof. Dr. Kiss István**

**Témavezető: Dr. Girán János**

**Pécsi Tudományegyetem**

**Általános Orvostudományi Kar**

**Orvosi Népegészségtani Intézet**

**OGYDHT**

**Pécs, 2024**

## Tartalomjegyzék

<b>1. Bevezetés.....</b>	<b>3</b>
<b>2. Célkitűzések .....</b>	<b>5</b>
<b>3. Adatok és módszerek.....</b>	<b>6</b>
<b>4. Eredmények .....</b>	<b>8</b>
4.1. Az időjárási szélsőségek és a COPD-vel kapcsolatos látogatások.....	8
4.2. Az időjárás napi változásainak szélsőségei és a COPD-vel kapcsolatos sürgősségi látogatások.....	9
4.3. Az időjárás változékonyságának időbelisége, mértéke és a COPD-vel kapcsolatos sürgősségi látogatások.....	10
<b>5. Megbeszélés .....</b>	<b>14</b>
5.1. Az időjárási szélsőségek és a COPD-vel kapcsolatos látogatások.....	14
5.2. Az időjárás napi változásainak szélsőségei és a COPD-vel kapcsolatos sürgősségi látogatások.....	15
5.3. Az időjárás változékonyságának időbelisége, mértéke és a COPD-vel kapcsolatos sürgősségi látogatások.....	16
<b>6. Új eredmények összefoglalása .....</b>	<b>18</b>
<b>7. Saját közlemények listája.....</b>	<b>19</b>
<b>8. Köszönetnyilvánítás.....</b>	<b>22</b>

## 1. Bevezetés

A Föld éghajlata és az időjárás jelentős hatást gyakorol az emberi test biológiai funkcióira és egészségére. Napjainkban a globális klímaváltozás széleskörű hatásaival szembesülünk, aminek következtében ezek emberi egészségre gyakorolt hatásainak jelentősége is növekszik. A klímaváltozás befolyásolja az időjárást és az időjárási mintázatokat, amik közvetlen kapcsolatban lehetnek a fertőző, és a nem-fertőző betegségekkel egyaránt.

Az utóbbi 20 évben a humán biometeorológiai kutatások – melyek a meteorológiai tényezők emberi egészségre gyakorolt hatásait vizsgálja – száma ugrásszerűen megnőtt. Ezen munkák jelentős része a különböző szív- és érrendszeri betegségek és a globális klímaváltozással összefüggő hőmérséklet-emelkedés – kiemelten a hóhullámos időszakok – közötti kapcsolatrendszer vizsgálatát vizsgálta. Az e fajta vizsgálatok többnyire halálozást – azon belül is a hóhullámok által okozott többlet-halálozást – helyezte fókuszba, melyek segítettek a különböző hőakciótervek kidolgozásában Európában és világszerte egyaránt. Ugyanakkor egy másik fontos aspektus, a morbiditás, különösen a légzőrendszeri betegségekkel kapcsolatos kórházi-, vagy sürgősségi ellátások lényegesen kevesebb figyelmet kapnak.

A krónikus obstruktív tüdőbetegség (COPD) egy heterogén tüdőbetegség, ami világszerte több, mint 200 millió embert érint, évente körülbelül 16 millió új esetet regisztrálnak, valamint több, mint 3 millió haláleset eredményez, ezzel pedig globálisan a harmadik vezető halál oka tényező. A COPD elsősorú kockázati tényezője a dohányzás, ugyanakkor nem elhanyagolható a kül-, és beltéri légszennyezés sem. Ezek mellett bizonyítottan magasabb kockázatot jelent a különböző munkakörök, – mint a bányászat, a mezőgazdasági munkák, az építőipar – valamint a légúti fertőzések és a különböző időjárási helyzetek is.

A COPD-vel kapcsolatos halálozás szezonális ingadozást mutat, a téli hónapokban jelentősen magasabb a mortalitás. A hidegbetörések, a hideghullámok és az alacsony napi középhőmérséklet mind növelik a COPD-hez köthető halálozás kockázatát. A COPD-vel kapcsolatos kórházi ellátások gyakorisága is fordítottan arányos a hőmérséklettel, télen jellemzően magasabb a betegség morbiditása. A szélsőségesen hideg és meleg hőmérséklet egyaránt növelheti a COPD morbiditást, ami a betegség súlyosbodását is jelentheti. A napi hőingás és a napi hőmérséklet-változás is kockázatot jelent a COPD morbiditására és mortalitására egyaránt. A korlátozott bizonyítékok alapján a rendkívül alacsony hármatpont növelheti a COPD-vel kapcsolatos sürgősségi ellátások számát. Fontos megjegyezni, hogy a

COPD-re gyakorolt időjárási hatások egyénileg változhatnak, a beteg életkora, neme és egyéb tényezők függvényében.

## 2. Célkitűzések

A COPD-vel kapcsolatos kórházi, sürgősségi ellátások kapcsán limitált információk állnak rendelkezésünkre, ezért kutatásom során a következő aspektusok vizsgálatát tűztem ki célul:

- Milyen hatást gyakorolnak szélsőséges időjárási körülmények a COPD-vel kapcsolatos sürgősségi látogatásokra?
- Felfedezhető-e valamilyen kapcsolat az időjárás napi változékonysága és a COPD-vel kapcsolatos sürgősségi ellátások között?
- Amennyiben igen, választ adni arra a kérdésre, hogy ezen aspektusban a jelentős mértékű változások, vagy esetleg a stabilnak mondható körülmények kockázatosabbak a COPD-s betegek számára.
- Ezzel párhuzamosan meghatározni, hogy az adott időszakok hossza hatással van-e a COPD-vel kapcsolatos sürgősségi megjelenésekre.

Ezen kérdések megválaszolása kulcsfontosságú, hogy jobban megértsük a COPD-vel diagnosztizált emberek számára kockázatos környezeti tényezőket. Ugyanakkor önmagukban ezen eredmények nem sokat mondanak arról, hogy a kockázatnak kitett COPD-s populációban kik azok, akik a legsebezhetőbbek. Ezért célom volt továbbá az is, hogy:

- Korcsoportokra és nemekre rétegezve elvégezzem a vizsgálatot, hogy az időjárási körülmények szempontjából különösen érzékeny csoportokat azonosíthassak.
- Az eredmények segítségével felhívjam a sürgősségi osztályokon dolgozók figyelmét a kockázatos időszakokra és az érzékeny csoportokra, hogy az ellátást hatékonyabbá tudják tenni.

### 3. Adatok és módszerek

A kutatásom során létrehozott adatbázis két nagy adatkört ölel fel: egyrészt fel kellett használni Pécs városának időjárási adatait, másrészt klinikai betegadatokra is szükségem volt az elemzések elkészítéséhez. Mindkét adatsort a 2010. január 1-től 2019. december 31-ig terjedő intervallumra gyűjtöttem össze és rendeztem egy közös adatbázisba. A meteorológiai paraméterekre vonatkozó adatok tartalmazták a napi minimum-, maximum- és középhőmérsékletet Celsius-fokban ( $^{\circ}\text{C}$ ); a napi csapadék mennyiségét milliméterben (mm); a napi átlagos harmatpontot Celsius-fokban ( $^{\circ}\text{C}$ ); az állomásszinti átlagos légnyomást hektopascalban (hPa); a napi átlagos szélességet méter/szekundumban (m/s); valamint a napi átlagos relatív páratartalom mértékét százalékban (%). Az adatok forrás a Pécs-Pogány repülőtér meteorológiai állomás és a Pécsi Tudományegyetem Természettudományi Kar Földrajzi és Földtudományi Intézetének (PTE TTK FI) Természet- és Környezetföldrajzi Tanszék (TKT) által üzemeltetett meteorológiai állomás voltak. A betegforgalomra vonatkozó adatokat a Pécsi Tudományegyetem Klinikai Központ (PTE KK) e-MedSolution adatbázisából nyertem ki. A Sürgősségi Betegellátó Osztály (SBO) által a 18 éves vagy annál idősebb járóbeteg ellátásban regisztráltak esetében a következő adatokat gyűjtöttem össze: nem; születési dátum; az osztályra való felvétel és az elbocsátás dátuma; a felvétel utáni diagnózisok.

A Pécs-Pogány repülőtér napi adatait első lépésben a Brit mértékegységrendszerben feltüntetett adatokat metrikus rendszerbe konvertáltam. Ezt követte a TKT meteorológiai adatainak feldolgozása, amikor percenként regisztrált adatokról készítettem napi összesítő adatokat. Az adatok előkészítése után az ezekből származtatott szélsőségeket kellett meghatározni, amit dichotomizálással oldottam meg: minden időjárási változót az 1., 5., 10., 90., 95. és 99. percentilis értékek szerint osztottam két csoportra. Az 1., 5. és 10. percentilis esetében a határértéknél alacsonyabb vagy azzal egyenlő értékek 1-es kódot, a többi 2-es kódot kapott. A 90., 95. és 99. percentilis esetében a határértéknél nagyobb vagy azzal egyenlő értékek 1-es kódot, a többi 2-es kódot kapott az adatbázisban. A következő lépésben az egymást követő napok időjárási változásait határoztam meg, úgy, hogy az egyes napokhoz tartozó mért értékek, és az azt megelőző nap paraméterei közötti különbséget számoltam ki. Ehhez kapcsolódóan a napi hőingás mértékét is hozzáadtam az adatbázishoz, melyet a napi maximum-, és minimum-hőmérséklet közötti különbségből határoztam meg. Ahhoz, hogy jelentős, illetve nem jelentős mértékű napi változásokat meghatározhassak az egyes paraméterek szórásait használtam: amikor a napi változás mértéke egy szóráson belül volt, azt a napot nem jelentős mértékű, az

egy szóráson kívüli változásokat pedig jelentős mértékű változásnak tekintettem. Ezen időszakokhoz (jelentős és nem jelentős változás) hozzárendeltem az adott intervallumok hosszát is.

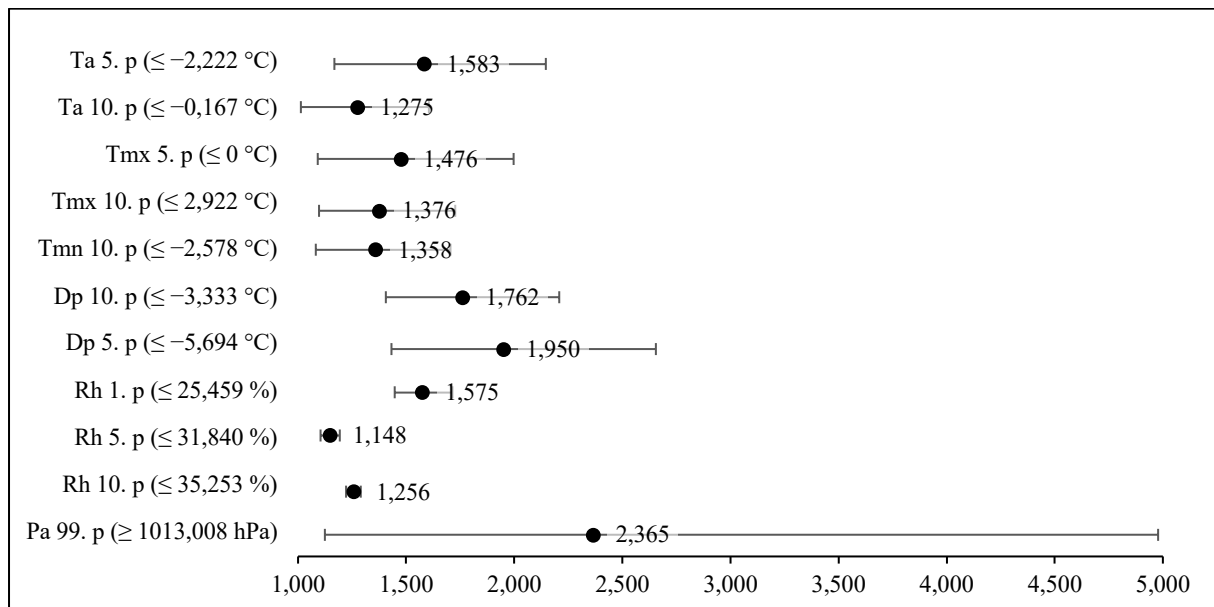
A betegforgalmi adatok csoportosításához először leválogattam az SBO-n megjelent betegeket közül a COPD-vel kapcsolatos sürgősségi ellátásokat a nemzetközi szakirodalomnak megfelelően a BNO-10 kódok alapján: azok a betegek, akiknél J4400, J4410, J4480, vagy J4490 kódot regisztráltak 1-es kódot kaptak az adatbázisban, a többiek 2-est. Ezután összesítettem a COPD megjelenéssel kapcsolatos adatokat a napi átlagok alapján, amikor is az átlag feletti COPD megjelenések napjaihoz 1-es kódot, míg az átlagos, és az alatti forgalommal rendelkező napokhoz 2-es kódot rendeltem. A vizsgált populációt ezen kívül nemek és korcsoportok szerint is osztályoztam. A nemek tekintetében a férfiak 1-es, a nők 2-es kódot kaptak, életkor szerint pedig a COPD-s betegek átlagéletkora alapján hoztam létre két csoportot: 67 év alattiak (1. csoport) és 67 év felettiak (2. csoport).

A statisztikai vizsgálatokat IBM SPSS 28, és Jamovi 2.3.28 szoftverek felhasználásával végeztem el. A leíró statisztikában helyet kaptak Pécs városának klimatológiai jellemzői, a megfigyelt időjárási szélsőségeket és az időjárási napi változásainak sajátosságai, valamint az SBO-n regisztrált betegek, különös tekintettel a COPD-s betegek, demográfiai jellemzői. A demográfiai jellemzőket Mann-Whitney U teszttel vizsgáltam meg, hogy látható legyen a különböző attribútumok eltérése egymástól a nemek és a korcsoportok között. Az időjárási paraméterek szélsőséges értékei, valamint az időjárási paraméterek szélsőséges mértékű változásai (független változók) és az átlagosnál magasabb számú COPD-vel kapcsolatos ellátások (függő változó) közötti összefüggéseket kontingencia (2×2 tábla) táblázatok segítségével vizsgáltam meg, hogy rizikóbecslést készíthessek a függő és független változók között. Az elemzéseket korcsoportokra és nemekre rétegezve is elvégeztem és Mantel-Hanszel féle esélyhányados számítást készítettem. Az időjárás napi változásainak mértékének és hosszának COPD esetszámokra gyakorolt hatásait ordinális regressziós vizsgálattal határoztam meg, melynek előteszteléshez kollinearitás vizsgálatot végeztem el. Annak érdekében, hogy az ordinális regresszió elemzést nemekre és a korcsoportokra rétegezve is végre hajtottam. A szignifikancia szintek meghatározásánál  $p < 0,05$  értéket vettem alapul, tehát a megbízhatósági intervallum (CI) minden esetben 95% volt.

## 4. Eredmények

### 4.1. Az időjárási szélsőségek és a COPD-vel kapcsolatos látogatások

A napi középhőmérséklet extrém alacsony értékei kockázati tényezőként azonosíthatók, melyek fennállása esetén 27,5%-58,3%-kal emelkedett meg az esélye, hogy a napi COPD esetek száma átlag feletti legyen az adott körülmények között. Hasonló összefüggések figyelhetők meg a napi minimum-, és maximum-hőmérsékletek extrém alacsony értékeivel is, amelyek 35,8%-47,6% közötti emelkedett esélyt indikáltak az átlag feletti COPD-vel kapcsolatos sürgősségi ellátásokra. A harmatpont extrém alacsony értékei jelentősen magasabb eséllyel emelték (76,2%-95%) meg az átlagon felüli COPD-vel kapcsolatos esetszámokat az adott napokon. A relatív páratartalom extrém alacsony értékei esetében 25,6%-57,5% közötti eséllyel fordult elő átlagosnál nagyobb számú COPD-vel kapcsolatos esetszám. A legjelentősebb kockázati tényezőként azonban a legnyomás 1013 hPa fölötti értékeivel jellemezhető napokat azonosítottam, mely körülmények 136,5%-kal növelték az esélyét az átlagosnál nagyobb számú COPD-vel kapcsolatos sürgősségi megjelenésnek (1. ábra).

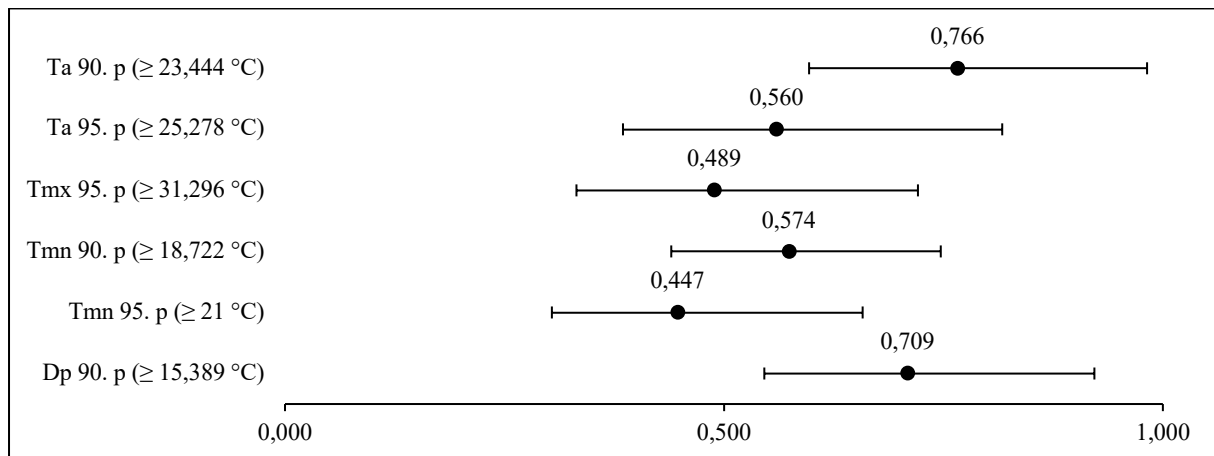


1. ábra. A meteorológiai paraméterek szélsőségei és az átlagosnál nagyobb számú COPD betegforgalom esélyhányodásai (OR), valamint a hozzájuk tartozó 95%-os megbízhatósági intervallum (95%CI).

Védőtényezőként azonosítottam a napi közép-, maximum-, és minimum-hőmérséklet, extrém magas értékeit, melyek 23,4%-55,3% között csökkentették adott napokon az átlag feletti COPD-vel kapcsolatos esetszámok esélyét. Ezek mellett a harmatpont extrém magas értékei bizonyultak védőtényezőnek, 29,1%-kal csökkentve az átlagosnál magasabb számú COPD-vel



kapcsolatos esetszámokkal jellemezhető napok esélyét (2. ábra). Munkám során nem sikerült igazolni, hogy akár a nem, akár a kor zavaró-, vagy hatásmódosító tényezőként viselkedne.

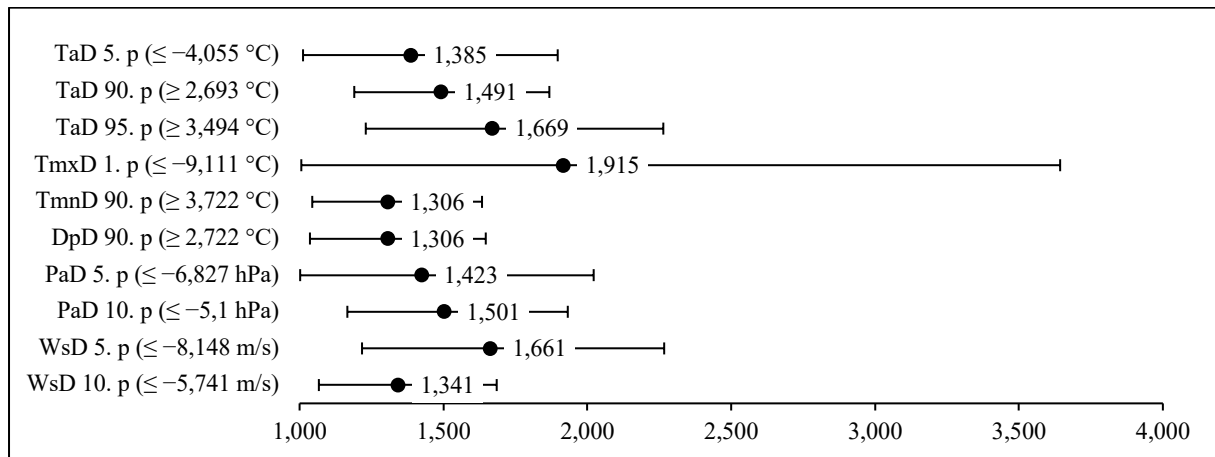


2. ábra. A meteorológiai paraméterek szélsőségei és az átlagosnál nagyobb számú COPD betegforgalom esélyhányodasai (OR), valamint a hozzájuk tartozó 95%-os megbízhatósági intervallum (95%CI).

#### 4.2. Az időjárás napi változásainak szélsőségei és a COPD-vel kapcsolatos sürgősségi látogatások

Az időjárás napi változásainak szélsőségei egyértelműen kapcsolatba hozhatók a COPD-vel kapcsolatos sürgősségi ellátásokkal. Amíg középhőmérséklet-különbség tekintetében vegyes kép látható, – mind a nagy mértékű csökkenés (38,5%-kal magasabb esély), mind pedig a nagy mértékű emelkedés (49,1%-66,9%-kal magasabb esély) kockázatnak tekinthető – addig a többi vizsgált meteorológiai paraméter esetében egyértelműen meghatározható, hogy értékének szélsőséges csökkenése vagy emelkedése befolyásolja negatívan az átlagosnál magasabb számú COPD-vel kapcsolatos sürgősségi ellátást. A maximum-hőmérsékletben bekövetkezett 9,111 °C-nál nagyobb mértékű csökkenés 91,5%-kal emelte az átlagosnál magasabb számú COPD esetszámok esélyét. Azokon az egymást követő napokon a minimum-hőmérsékletben 3,722 °C-nál nagyobb különbség tapasztalható, 30,6%-kal nőtt az esélye annak, hogy átlagosnál magasabb számú COPD-vel kapcsolatos esetet regisztráltak. A harmatpont változásaiban tapasztalható különbségek tekintetében az előző napi értékekhez képest 2,722 °C emelkedéssel jellemezhető napokon 30,6%-kal nőtt az esély, hogy átlagosnál magasabb számú napi COPD eset jelenjen meg az SBO-n. A légnyomás-, és szélesebség-különbség esetében azokon a napokon, amikor e paraméterek csökkentek, nagyobb eséllyel regisztráltak átlagnál több COPD esetet: a légnyomáskülönbség legalább 5,1 hPa-lal történő csökkenés 42,3%-50,1%-kal emelte ezt az esélyt; a szélesebség-különbség esetében legalább 5,741 m/s csökkenés kellett ahhoz, hogy az átlagosnál magasabb számú napi COPD eset 34,1%-

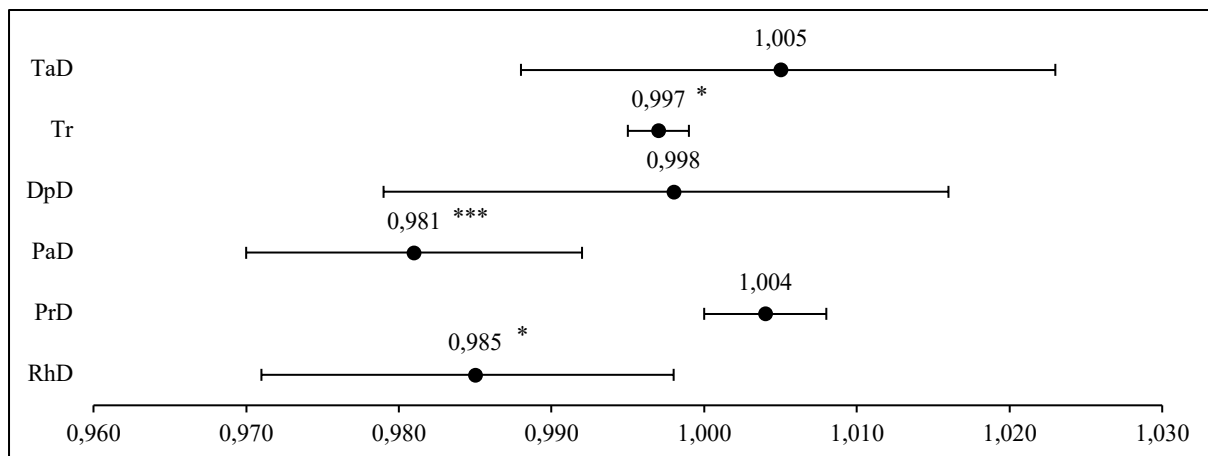
66,1% eséllyel bekövetkezzen (3. ábra). Munkám során nem sikerült igazolni, hogy akár a nem, akár a kor zavarná, vagy módosítaná az időjárás tényezők napi változásainak szélsőségei a COPD-vel kapcsolatos esetszámokat.



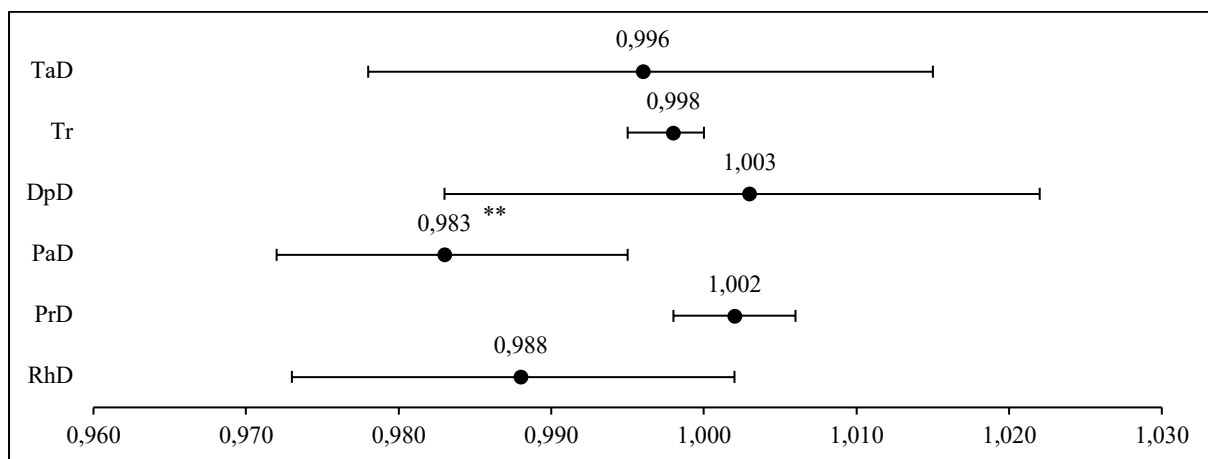
3. ábra. A meteorológiai paraméterek változásának szélsőségei és az átlagosnál nagyobb számú COPD betegség esélyhányadosai (OR), valamint a hozzájuk tartozó 95%-os megbízhatósági intervallum (95%CI).

### 4.3. Az időjárás változékonyságának időbelisége, mértéke és a COPD-vel kapcsolatos sürgősségi látogatások

Munkám során három paramétert sikerült azonosítanom, melyek változékonyságának időbelisége befolyásolja a COPD esetszámokat. Ezek a napi hőingás változékonysága, a légnyomásváltozás és a relatív páratartalom változásai voltak. Az egyes időszakok hosszának vizsgálatakor megállapítottam, hogy minél rövidebb ideig tapasztalható stabil körülmények, annál magasabb az esélye a COPD esetszámok növekedésének. Annak ellenére, hogy alacsony eséllyel növekszik a COPD esetszám ezen körülmények között (0,3%-1,9%) az eredmények statisztikai értelemben szignifikáns összefüggésekre mutatnak rá (4. ábra). A nem szerint rétegzett elemzés során megállapítottam, hogy minél rövidebb ideig tapasztalható egyenletes légnyomás, annál magasabb az esélye a férfi COPD esetszámok növekedésének (1,7%) (5. ábra). A női populációban statisztikailag szignifikáns eredményt nem volt tapasztalható egyik vizsgált paraméter esetében sem. Hasonlóan a női populációhoz, rétegzett elemzésem nem jelzett statisztikailag szignifikáns összefüggést a korcsoportok tekintetében sem.



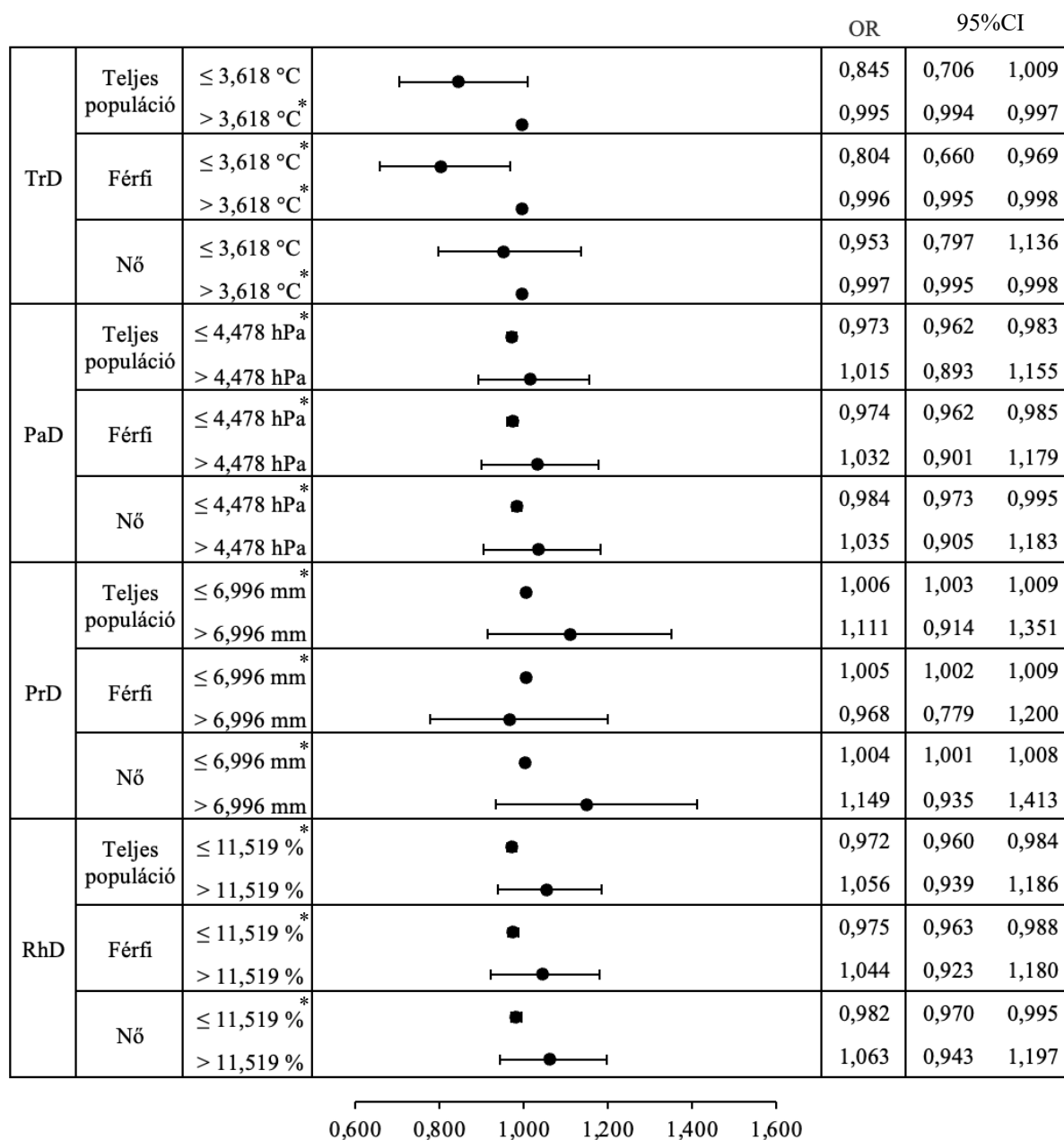
4. ábra. A meteorológiai paraméterek napi változásai és a COPD betegforgalom esélyhányodasai (OR), valamint a hozzájuk tartozó 95%-os megbízhatósági intervallum (95%CI) (\*\* $p < 0,001$ , \* $p < 0,05$ ).



5. ábra. A meteorológiai paraméterek napi változásainak időtartama és a férfi COPD betegforgalom közötti kapcsolat esélyhányodasai (OR), valamint a hozzájuk tartozó 95%-os megbízhatósági intervallum (95%CI) (\*\* $p < 0,01$ ).

Munkám során elemeztem, hogy az időjárás változékonyságai mekkora mértékűek, milyen hosszúak, és ezek hogyan befolyásolják a COPD esetszámokat. A teljes populációt vizsgálva négy paraméter esetben találtam összefüggéseket. A napi hőingásváltozás rövid időn belül bekövetkező 3,618 °C-nál nagyobb mértékű változásai 0,5%-kal növelték a COPD esetszámok növekedésének esélyét. A légnyomásváltozás és a relatív páratartalom-változás tekintetében elmondható, hogy előbbi 2,7%, utóbbi 2,8% eséllyel növelte a COPD esetszámokat, amikor a változásuk mértéke nem haladta meg az egy szórásnyi különbséget és a változás az intervallumai rövidek voltak. Ellentétes irányú összefüggések tapasztalhatók a csapadékmennyiség változásának esetében. Amikor a csapadékmennyiség-változás egy szórásnyi különbségen belül volt, és ez az időszak hosszú ideig tartott, 0,6%-kal növekedett az

esély, hogy több COPD esetet regisztráljanak (6. ábra). A hőmérséklet tekintetében ilyen jellegű összefüggéseket nem tudtam kimutatni.



6. ábra. Az időjárás változékonyságának időbelisége, mértéke és a COPD-vel kapcsolatos sürgősségi látogatások közötti kapcsolat esélyhányodasai (OR) a teljes, valamint a férfi és női populációban, illetve a hozzájuk tartozó 95%-os megbízhatósági intervallum (95%CI) (\* $p < 0,05$ ).

Rétegzett elemzéssel kísérletet tettem arra, hogy megállapítsam, van-e különbség az időjárási paraméterek változékonyságának hatásaiban a nemek és korcsoportok között. A hőingás változás esetében alapvető különbséget sikerült kimutatnom: míg a magasabb női és férfi COPD esetszámok esélyét a rövid időtartam alatt bekövetkező, egy szórásnál nagyobb különbségű ( $3,618\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) változások 0,3%, illetve 0,4%-kal növelték, addig a rövid időtartam alatt

bekövetkező, egy szórásnál kisebb változások 19,6%-kal növelték az esélyét a magasabb számú férfi COPD eseteknek. A légnyomásváltozás és a relatív páratartalom-változás esetében mindkét nemre vonatkozó COPD esetszámok hasonló mértékű eséllyel emelkedtek, mint a teljes populációt vizsgálva: amikor a változásuk mértéke nem haladta meg az egy szórásnyi különbséget és ezek az intervallumok rövidebbek voltak, a női COPD esetek száma 1,6%, illetve 1,8%, a férfi COPD esetek száma 2,6%, illetve 2,5% eséllyel volt magasabb. A csapadékmennyiség-változás esetében a nemek tekintetében ellentétes irány látható, még hozzá hasonló mértékben: amikor egy szóráson belüli különbség volt megfigyelhető hosszú ideig, 0,4%-kal növekedett az esély, hogy több női COPD esetet regisztráljanak, míg a férfi COPD esetek tekintetében ez az esély 0,5% volt (6. ábra). Az eredmények nem jelezték, hogy szignifikáns eltérés volna a fiatal, vagy idős populációt érintő COPD esetszámok tükrében a teljes populációt jellemző COPD esetszámokhoz képest.

## 5. Megbeszélés

### 5.1. Az időjárási szélsőségek és a COPD-vel kapcsolatos látogatások

Kutatásom során statisztikailag szignifikáns összefüggéseket találtam a szélsőségesen alacsony napi közép- ( $-0,167\text{ °C}$  alatti), maximum- ( $2,922\text{ °C}$  alatti) és minimum-hőmérséklet ( $-2,578\text{ °C}$  alatti) értékek és az átlagosnál magasabb számú COPD-vel kapcsolatos sürgősségi ellátások között. Ezek az időjárási körülmények 27,5%-58,3%-kal növelték az átlagosnál magasabb számú COPD-vel kapcsolatos sürgősségi ellátások esélyét. Emellett statisztikailag szignifikáns összefüggést mutattunk ki a harmatpont ( $-3,333\text{ °C}$  alatti) és a relatív páratartalom (35,253% alatti) extrém alacsony értékei és az átlagosnál magasabb számú COPD-vel kapcsolatos sürgősségi ellátások között. Az eredmények arra utalnak, hogy az ilyen meteorológiai feltételek fennállása esetén 14,8%-95% eséllyel fordult elő átlagosnál magasabb számú COPD-s sürgősségi ellátás az adott napon. A legmagasabb kockázatot a szélsőségesen magas légnyomás ( $1013,008\text{ hPa}$  feletti) okozta: az ilyen légnyomási viszonyok fennállása esetén az átlagosnál magasabb számú COPD-s sürgősségi ellátások kockázata 136,5%-kal nőtt (1. ábra). Eredményeim összhangban vannak más, a hideg hőmérsékleti események és a légzőrendszeri betegségek, illetve a COPD-vel kapcsolatos sürgősségi látogatások gyakorisága közötti összefüggést vizsgáló tanulmányokkal. A harmatpont tekintetében azonban korlátozott számú kutatás áll rendelkezésre, ugyanakkor korábbi munkám feltárta már az összefüggést a szélsőségesen alacsony harmatpont és az átlagosnál magasabb számú COPD-vel kapcsolatos sürgősségi ellátások között. Az alacsony harmatpont száraz levegőt jelent, ami irritálhatja a légúti nyálkahártyát és fokozhatja a köhögést és a légszomjat, a magas légnyomás pedig nehezítheti a légzést a COPD-ben szenvedők számára.

Ezzel párhuzamosan kutatásom során azt is megállapítottam, hogy a magas napi közép- ( $23,444\text{ °C}$  feletti), maximum- ( $31,296\text{ °C}$  feletti) és minimum hőmérséklet ( $18,722\text{ °C}$  feletti), valamint a magas harmatpont ( $15,389\text{ °C}$  feletti) értékek védő tényezőként azonosíthatók az átlagosnál magasabb számú COPD-vel kapcsolatos sürgősségi ellátás szempontjából. Ezek az időjárási körülmények 23,4%-55,3%-kal csökkenthetik az átlagosnál magasabb számú COPD-s sürgősségi ellátással jellemezhető napok esélyét (2. ábra).

Vizsgálatomat elvégeztem nemekre és korcsoportokra rétegezve is, hogy látható legyen, van-e ezen attribútumoknak zavaró hatása, vagy esetleg módosítják a vizsgált meteorológiai paraméterek és a COPD-vel kapcsolatos sürgősségi ellátások kapcsolatára gyakorolt hatását. Az adatok alapján feltártam, hogy a COPD-vel kapcsolatos sürgősségi látogatások többsége

jellemzően idősebb a nem COPD-vel kapcsolatos panaszokkal felvett betegekhez képest, valamint, hogy a COPD-s betegek körében női dominancia figyelhető meg, csak úgy, mint a nem COPD-vel kapcsolatos panaszokkal felvett betegek körében. Ugyanakkor eredményeim alapján nem állapítható meg egyértelműen, hogy szélsőséges hideg időjáráshoz kapcsolódó időjárási tényezők és az átlagosnál magasabb számú COPD-vel kapcsolatos sürgősségi ellátások közötti kapcsolatot befolyásolja a nem vagy az életkor.

Összefoglalva elmondható, hogy a szélsőségesen hideg légköri körülmények jelentősen megemelik az átlagosnál magasabb számú COPD-vel kapcsolatos sürgősségi ellátások esélyét, emellett a szélsőséges meleg időjárás csökkenti ezt a fajta kockázatot. Az okok a hideg időjárás okozta légúti gyulladás és a légúti fertőzések fokozott kockázatára és a hideg időjárás okozta légúti exacerbációk növekedésére vezethetők vissza.

## **5.2. Az időjárás napi változásainak szélsőségei és a COPD-vel kapcsolatos sürgősségi látogatások**

Kutatásom során megállapítottam, hogy a szélsőséges napi középhőmérséklet-változások (legalább  $4,055^{\circ}\text{C}$  lehűlés,  $2,693^{\circ}\text{C}$  felmelegedés), a maximum-hőmérséklet változása (legalább  $9,111^{\circ}\text{C}$  lehűlés) és a minimum-hőmérséklet változása (legalább  $3,722^{\circ}\text{C}$  felmelegedés) szignifikánsan összefügg az átlagosnál magasabb számú COPD-vel kapcsolatos sürgősségi ellátásokkal. Ezek a hőmérséklet-változások 30,6%-kal és 91,5%-kal növelték az átlagosnál magasabb számú COPD-s sürgősségi ellátások esélyét. Emellett statisztikailag szignifikáns kapcsolatot találtam a harmatpont változása (legalább  $2,722^{\circ}\text{C}$  növekedés), a légnyomás változása (legalább 5,1 hPa csökkenés) és az átlagos szélesség változása (legalább 5,741 m/s csökkenés) és az átlagosnál magasabb számú COPD-vel kapcsolatos sürgősségi ellátások között. Ezen változások 30,6%-66,1%-kal növelték az átlagosnál magasabb számú COPD-s sürgősségi ellátások esélyét az érintett napokon (3. ábra). Munkám eredményei megerősítik más vizsgálatok következtéseit, többek között saját korábbi vizsgálatunk során is hasonló következtetéseket vontuk le. A hirtelen hőmérsékletváltozások stresszt okozhatnak a légzőrendszernek, ami gyulladáshoz és légúti szűkülethez vezethet. Ez a COPD-ben szenvedőknél légzési nehézségeket és súlyosbodást okozhat.

Összefoglalva megállapítható, hogy a szélsőséges napi hőmérséklet-változások, a harmatpont, a légnyomás és a szélesség változásai jelentősen növelik az átlagosnál magasabb számú COPD-vel kapcsolatos sürgősségi ellátások kockázatát.

### **5.3. Az időjárás változékonyságának időbelisége, mértéke és a COPD-vel kapcsolatos sürgősségi látogatások**

A COPD esetszámokat három olyan tényező befolyásolja, amelyek változásainak időbelisége fontos lehet: a napi hőingás változékonysága, a légnyomásváltozás és a relatív páratartalom változásai. Az egyes időszakok vizsgálata során kiderült, hogy minél rövidebb ideig stabilak a légköri körülmények – tehát változatos képet mutat az időjárás –, annál valószínűbb a COPD esetszámok növekedése. Annak ellenére, hogy alacsony (0,3%-1,9%) az esélye a COPD esetszám növekedésének ezen körülmények között, az eredmények statisztikai értelemben szignifikáns összefüggésekre utalnak (4. ábra). A vizsgálatot rétegzve is elvégeztem annak érdekében, hogy azonosíthassam a nem hatását az időjárás változékonyságának időbeliségére és a COPD-hez kapcsolódó sürgősségi látogatások közötti kapcsolatra. A különböző időszakok vizsgálata során megállapítottam, hogy minél rövidebb ideig stabil a légnyomás, annál valószínűbb a férfiak körében a COPD esetszámok növekedése (1,7%) (5. ábra). A női populáció esetében egyetlen vizsgált paraméter esetében sem mutattam ki statisztikailag szignifikáns összefüggést. Ezek az eredmények összhangban vannak más, a légzőszervi betegségek és a napi hőingás közötti összefüggést feltáró tanulmányokkal, bizonyítva a napi hőingás szerepét a légzőrendszeri, azon belül is a COPD-vel kapcsolatos kórházi ellátások tekintetében.

Kutatásom során megvizsgáltam azt is, hogy az időjárás változékonyságának mértéke és időtartama hogyan befolyásolja a COPD-vel kapcsolatos sürgősségi ellátások számát. A teljes populációra kiterjedő elemzésem során négy meteorológiai paraméter esetében sikerült összefüggéseket kimutatnom. A napi hőmérséklet-ingadozás változásával kapcsolatban megállapítható, hogy amikor a változás mértéke meghaladta a 3,618°C-ot, és ez a változás rövid ideig állt fenn, a COPD-s sürgősségi esetszámok növekedésének esélye 0,5%-kal emelkedett. Hasonló trendek figyelhetők meg a légnyomás- és a relatív páratartalom-változás esetében is. A légnyomásváltozás esetén 2,7%, a relatív páratartalom-változás esetén pedig 2,8% volt az esélye annak, hogy több COPD-s sürgősségi ellátást regisztráljanak, amikor a változások mértéke nem haladta meg az egy szórásnyi különbséget és csak rövid ideig álltak fenn. Ezzel szemben a csapadékmennyiség-változás és a COPD-s sürgősségi ellátások száma között fordított irányú összefüggést találtam. Amikor a csapadékmennyiség-változás 6,996 mm-nél kevesebb volt, és ez a változás hosszú ideig állt fenn, a COPD-s sürgősségi ellátások növekedésének esélye 0,6%-kal emelkedett (6. ábra).



A rétegzett elemzések során megvizsgáltam, hogy a nemek között eltérő-e az időjárási paraméterek változékonyságának a COPD esetszámokra gyakorolt hatásai. A hőingás-változás esetében jelentős különbségeket találtam a nemek között. Míg a magasabb női és férfi COPD esetszámok esélyét a rövid idő alatt bekövetkező, egy szórásnál nagyobb különbségű (3,618 °C) változások 0,3%, illetve 0,4%-kal, addig a rövid idő alatt bekövetkező, egy szórásnál kisebb változások 19,6%-kal növelték a férfiak körében magasabb számú COPD esetek esélyét. A légnyomás- és a relatív páratartalom-változás esetében a nemekre vonatkozó COPD esetszámok növekedése hasonló volt a teljes populációban megfigyelt növekedéshez. A rövid, egy szórásnyi különbségen belüli változások esetén a nőknél 1,6%-kal, a férfiaknál pedig 2,6%-kal emelkedett a magasabb COPD esetszámok kockázata. A relatív páratartalom-változás esetén a nőknél 1,8%-kal, a férfiaknál pedig 2,5%-kal emelkedett a kockázat. A csapadékmennyiség-változás esetében a nemek közötti összefüggések összhangban álltak a teljes populációban megfigyelttel. A hosszú ideig fennálló, egy szórásnyi különbségen belüli csapadékmennyiség-változás 0,4%-kal növelte a nők, 0,5%-kal pedig a férfiak körében a magasabb COPD esetszámok kockázatát (6. ábra). Eredményeim összhangban állnak a korábbi vizsgálatokkal, amelyek a COPD-s férfi betegek körében a napi hőingásra való nagyobb érzékenységet jelezték. Ugyanakkor meg kell jegyezni, hogy ezek a tanulmányok férfi túlsúlyt mutatnak, ami azt eredményezheti, hogy a férfiak érzékenyebbnak tűnnek ezekkel az időjárási változásokkal szemben, ellenben jelen dolgozat vizsgált populációjával.

## 6. Új eredmények összefoglalása

- A harmatpont szélsőségesen alacsony,  $-3,333$  °C alatti értékeivel jellemezhető napok 76,2%-95% közötti eséllyel eredményeztek átlagon felüli COPD-vel kapcsolatos sürgősségi ellátást.
- A légnyomás szélsőségesen magas, 1013,008 hPa feletti értékeivel jellemezhető napokon akár 136,5%-kal nagyobb eséllyel következett be átlagon felüli COPD-vel kapcsolatos sürgősségi ellátás.
- Amikor a harmatpont napi növekedése szélsőségesen nagy mértékű volt, legalább 2,722 °C-os, 30,6% volt az esélye, hogy átlagon felüli COPD-vel kapcsolatos sürgősségi ellátást regisztráljanak.
- Azokon a napokon, amikor a légnyomás napról napra csökkent, és ez a csökkenés meghaladja a 5,1 hPa-t, az esély, hogy átlagosnál több COPD-vel kapcsolatos ellátás történjen 42,3%-50,1% között alakult.
- Amikor egyik napról a másikra az átlagos szélsébség legalább 5,741 m/s-mal csökkent, az esély, hogy átlagosnál több COPD-vel kapcsolatos ellátás történjen 34,1%-66,1% között alakult.
- Amikor a légnyomásváltozás és a relatív páratartalom-változás mértéke nem haladta meg az egy szórásnyi különbséget, és az intervallumok rövidek voltak, 2,7%-2,8% volt az esélye, hogy több COPD-vel kapcsolatos esetet regisztráljanak a sürgősségi osztályon.
- A rövid időn belül bekövetkező, legfeljebb 3,618 °C-os hőingásváltozás 19,6%-kal növelte annak az esélyét, hogy több COPD-vel kapcsolatos sürgősségi ellátást regisztráljanak a sürgősségi osztályon a férfiak körében.

## 7. Saját közlemények listája

### Jelen dolgozat alapjául szolgáló folyóiratcikkek:

Kiss, T.; Leitold, C.; **Márovcics, G. P.**; Zentai, T.; Baczur, R.; Girán, J. The First Steps to Develop a Monitoring-Based Method to Support the Sustainable Mosquito Control in an Urban Environment in Hungary. SUSTAINABILITY 2020, 12. <https://doi.org/10.3390/su12125013>. [IF: 3,251; Q2]

**Márovcics, G. P.**; Girán, J. A szélsőséges időjárás-változás és a COPD-vel kapcsolatos sürgősségi ellátások kapcsolata. Egészségtudomány 2024, 1. Közlésre elfogadva: 2023.12.30.

**Márovcics, G. P.**; Pozsgai, É.; Németh, B.; Czigány, S.; Németh-Simon, S.; Girán, J. How Vulnerable Are Patients with COPD to Weather Extremities? – A Pilot Study from Hungary. Healthcare (Basel) 2022, 10 (11), 2309. <https://doi.org/10.3390/healthcare10112309>. [IF: 2,8; Q2]

**Márovcics, G. P.**; Pozsgai, É.; Németh, B.; Czigány, S.; Soós, S.; Németh-Simon, S.; Girán, J. Weather Variability and COPD: A Risk Estimation Identified a Vulnerable Sub-population in Hungary. In Vivo 2024, Vol. 38 Issue 2. Közlésre elfogadva: 2024.03.25. [IF: 2,406; Q2]

Molnár, F. J.; Rendeki, M.; Rendeki, S.; Nagy, B.; Bacher, V.; Bogár, P. Z.; Schlégl, Á. T.; Koltai, A.; Maróti, P.; **Márovcics, G. P.** Validation of 3D Printed MAYO Tubes and Stethoscope in Simulated Medical Environment – Tools Fabricated with Additive Manufacturing for Emergency Care. HELIYON 2023, 9. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e20866>. [IF: 4,0; Q1]

**A dolgozat alapjául szolgáló folyóiratcikkek összesített impakt faktora: 12,851**

### Jelen dolgozat alapjául szolgáló előadások:

**Márovcics, G. P.**; Girán, J. Az időjárás egészségmódosító hatásainak vizsgálata Pécs példáján. XIV. NKE Konferencia Szeged, 2021.08.26-27.

**Márovics, G. P.**; Girán, J. The Effects of Daily Air Pressure Change on COPD Patients of Department of Emergency Medicine. 10th Jubilee Interdisciplinary Doctoral Conference. Pécs, Magyarország, 2021.11.12-13.

**Márovics, G. P.**; Girán, J. Az időjárás néhány paraméterének hatása a COPD morbiditásra. V. Orvosmeteorológiai Konferencia Budapest, 2021.12.09-10.

### **Egyéb közlemények:**

Girán, J.; **Márovics, G. P.** Település-egészségtan. In *Megelőző orvostan és népegészségtan*; Ádány, R., Kiss, I., Paulik, E., Sándor, J., Ungvári, Z. I., Eds.; Medicina Könyvkiadó Zrt.: Budapest, 2023; pp 405–409.

Kecskes, G.; Szabo, A.; Sutori, D.; Maróti, P.; **Márovics, G. P.**; Molnár, F. T. Pneumothorax/Pneumomediastinum and Pre-Existing Lung Pathology in Ventilated COVID-19 Patients: A Cohort Study. *JOURNAL OF THORACIC DISEASE* 2022, 14, 4733–4740. <https://doi.org/10.21037/jtd-22-817>.

**Márovics, G. P.** Az Egészségtervezés És Az Egészségfejlesztési Tervezés Módszereinek Közös Pontjai És Különbségei. *EGÉSZSÉGFEJLESZTÉS* 2019, 1, 4–8.

Nemeth, M.; Ternák, G.; Rozanovic, M.; **Márovics, G. P.**; Bogar, L. Antibiotic Consumption Patterns in European Countries Show Association with Obesity Prevalence; A Possible Clue to the Origin of the Obesity Pandemic, 2022. <https://m2.mtmt.hu/api/publication/33591421>.

Rozanovic, M.; Domokos, K.; **Márovics, G. P.**; Rohonczy, M.; Csontos, C.; Bogár, L.; Rendeki, S.; Kiss, T.; Rozanovic, M. N.; Loibl, C. Can We Predict Critical Care Mortality with Non-Conventional Inflammatory Markers in SARS-CoV-2 Infected Patients? *CLINICAL HEMORHEOLOGY AND MICROCIRCULATION* 2023, 84, 71–82. <https://doi.org/10.3233/CH-231697>.

Sándor-Bajusz, K. A.; Kraut, A.; Baasan, O.; **Márovcics, G. P.**; Berényi, K.; Lohner, S. Publication of Clinical Trials on Medicinal Products: Follow-up on Trials Authorized in Hungary. TRIALS 2022, 23. <https://doi.org/10.1186/s13063-022-06268-y>.

Ternák, G.; Berényi, K.; **Márovcics, G. P.**; Sümegi, A.; Fodor, B.; Németh, B.; Kiss, I. Dominant Antibiotic Consumption Patterns Might Be Associated With the Prevalence of Multiple Sclerosis in European Countries. IN VIVO 2020, 34, 3467–3472. <https://doi.org/10.21873/invivo.12186>.

Ternák, G.; Berényi, K.; Németh, B.; Szenczi, Á. I.; **Márovcics, G. P.**; Kiss, I. Association of Antibiotic-Consumption Patterns with the Prevalence of Hematological Malignancies in European Countries. SCIENTIFIC REPORTS 2022, 12. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-11569-y>.

Ternák, G.; **Márovcics, G. P.**; Sümegi, K.; Bánfai, Z.; Büki, G.; Magyar, L.; Szabó, A.; Melegh, B. Down-Syndrome-Related Maternal Dysbiosis Might Be Triggered by Certain Classes of Antibiotics: A New Insight into the Possible Pathomechanisms. ANTIBIOTICS 2023, 12. <https://doi.org/10.3390/antibiotics12061029>.

Ternák, G.; Németh, M. F.; Rozanovic, M.; **Márovcics, G. P.**; Bogár, L. Antibiotic Consumption Patterns in European Countries Are Associated with the Prevalence of Parkinson’s Disease; the Possible Augmenting Role of the Narrow-Spectrum Penicillin. ANTIBIOTICS 2022, 11. <https://doi.org/10.3390/antibiotics11091145>.

Ternák, G.; Németh, M. F.; Rozanovic, M.; **Márovcics, G. P.**; Bogár, L. “Growth-Promoting Effect” of Antibiotic Use Could Explain the Global Obesity Pandemic: A European Survey. ANTIBIOTICS 2022, 11. <https://doi.org/10.3390/antibiotics11101321>.

**Kumulatív impakt faktor: 41,106**

**Független hivatkozások összesen: 9**

## 8. Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretném megköszönni témavezetőmnek, Dr. Girán János egyetemi adjunktusnak a PhD tanulmányaim során nyújtott szakmai útmutatást, segítséget és lelkiismeretes munkáját, valamint azt, hogy mindig kiváló tanácsokkal látott el.

Hálásan köszönöm Prof. Dr. Kiss Istvánnak a megelőlegezett bizalmat, és azt, hogy lehetőséget adott szakmai karrierem kibontakozásának, valamint, hogy hiteles példát állított számomra emberi, tudományos és szakmai szinten egyaránt.

Köszönettel és hálával tartozom a PTE ÁOK Orvosi Népegészségtani Intézet minden munkatársának, kiváltképp Dr. Németh Balázsnak és Dr. Berényi Károlynak, akik ötleteikkel, meglátásaikkal segítették a munkámat és megannyi kérdésben számíthattam rájuk, továbbá szeretném megköszönni Dr. Pozsgai Éva szaknyelvi lektorálásban nyújtott segítségét és Bószné Dr. Murányi Edit támogatását.

Köszönetet szeretnék mondani disszertációm alapjául szolgáló közleményekben közreműködő szerzőtársaimnak, Dr. Németh-Simon Szilviának, Dr. Soós Szilviának és Dr. Czigány Szabolcsnak. Külön köszönet jár Dr. Kanizsai Péternek, illetve a PTE TTK Földrajzi Intézet munkatársainak a támogatásért.

Nem tudok elég hálás lenni feleségemnek, Faisal Fatimának, aki az elmúlt években véget nem érő türelemmel támogatott, minden helyzetben mellettem állt, segített, biztatott és a legnehezebb pillanatokban sem engedte feladni. Köszönöm édesanyámnak, Paluska Andreának, édesapámnak, Márovics Lászlónak, testvéremnek, Márovics Ádámnak, és nagymamámnak, Horváth Gizellának, hogy egész életemben támogattak és mindig számíthattam rájuk, ők alapozták meg a tanulmányaimhoz vezető utat. Hálás vagyok továbbá családom minden tagjának, többek között Dr. Faisal Zelmának és Györgyi Erzsébetnek.

Végül, de nem utolsó sorban köszönettel tartozom barátaimnak, kiváltképp Horváth Zsoltnak, Major Leventének, Hatvani Péternek, Homlok Dánielnek, valamint Dr. Maróti Péternek, aki a szakmai támogatása mellett barátként is mellettem állt.

A dolgozat elkészítéséhez nagyban hozzájárultak a TUDFO/51757-1/2019-ITM (Tématerületi Kiválósági Program) és 2021-2-HU01-KA220-HED-000050972 (ClimateMed Erasmus+ Project) kódjelű projektek.