

Nemzeti Közsolgálati Egyetem

Hadtudományi Doktori Iskola

Doktori (PhD) értekezés

Tervezet

Dr. Hevesi Judit Ildikó

2026

NEMZETI KÖZSZOLGÁLATI EGYETEM
HADTUDOMÁNYI ÉS HONVÉDTISZTKÉPZŐ KAR
HADTUDOMÁNYI DOKTORI ISKOLA

Dr. Hevesi Judit Ildikó

**Diabetes mellitus előfordulása és az ezzel élők munkaképességének
megőrzési lehetőségei a hon- és rendvédelmi szolgálatot teljesítők körében**

Doktori (PhD) értekezés

Témavezetők:

.....

Prof. Dr. Sandra Sándor

.....

Prof. Dr. Kóródi Gyula

Budapest, 2026.

BEVEZETÉS	8
A téma aktualitása és jelentősége a szolgálati alkalmasság vonatkozásában.....	8
A tudományos probléma megfogalmazása.....	12
Tudományos hipotézisek.....	14
Kutatási célkitűzések.....	15
Kutatási módszerek	17
Az értekezés tartalmi felépítése.....	19
Elméleti háttér és releváns szakirodalmi áttekintés.....	21
A cukorbetegség etiológiai csoportosítása és patofiziológiai alapjai	21
A 2-es típusú cukorbetegség kockázati tényezői	23
A diabétesz epidemiológiája	28
A diabétesz szövődményei és társbetegségei.....	30
A 2-es típusú cukorbetegség megelőzésének és korai felismerésének patofiziológiai alapjai	34
A diagnosztizálatlan cukorbetegség klinikai jelentősége	36
A cukorbetegség kockázatalapú szűrésének lehetősége	36
A diabétesz prevenciójának és terápiás menedzsmentjének alapelvei és eszközei	40
A cukorbetegség melletti szolgálati egészségügyi alkalmasság jogszabályi keretei a hon- és rendvédelmi állományban	42
A folyamatos szöveti glükóz-monitorozó rendszerek működési elve	45
A CGMS alkalmazási lehetőségei a hon- és rendvédelmi állomány egészségügyi támogatásában	51
A modern diabetológiai technológiák szolgálatspecifikus kockázatai és korlátai.....	54
1. A SZÉNHIDRÁTANYAGCSERE-ZAVAR FELISMERÉSÉNEK ÖSSZEHASONLÍTÓ JELLEMZŐI HON- ÉS RENDVÉDELMI, VALAMINT CIVIL BETEGEK VONATKOZÁSÁBAN	57
1.1. Célkitűzés.....	57
1.2. Kutatási módszer.....	57
1.2.1. Vizsgálati terv és az adatforrás	57
1.2.2. Vizsgálati változók és azok kategorizálásának elvei	58
1.2.3. A vizsgált betegpopuláció és a csoportképzés elvei	60
1.2.4. A szénhidrátanyagcsere-zavar kategóriáinak definíciója.....	61
1.2.5. Az elemzésbe bevont esetek és az adatkezelés módszertani elvei.....	61
1.2.6. A tudományos hipotézis statisztikai feldolgozásának módszertana	61
1.2.7. A vizsgálat módszertani sajátosságai és korlátai	62
1.3. A vizsgálati minta leíró statisztikai jellemzői.....	63

1.4. A szénhidrátanyagcsere-zavar felismerésének jellemzői a vizsgált populációban.....	64
1.4.1. A felismerés életkor szerinti megoszlása	64
1.4.2. A felismeréshez vezető laboratóriumi vizsgálatok indikációi	65
1.4.3. A diagnosztizált szénhidrátanyagcsere-zavar típusok elemzése	68
1.4.4. A diagnózis életkori mintázatai nemek szerint	70
1.5. A szénhidrátanyagcsere-zavar diagnosztikáját jellemző adatok statisztikai feldolgozása és az összehasonlító elemzések eredményeinek bemutatása.....	71
1.5.1. A diagnózis felállításakor fennálló életkor	71
1.5.2. A felismeréshez vezető diagnosztikus utak megoszlása	74
1.6. A szénhidrátanyagcsere-zavar felismerésének életkori és diagnosztikai sajátosságainak értelmezése	77
1.6.1. A diagnóziskori életkor értelmezése	77
1.6.2. A felismerés diagnosztikai útjainak értelmezése	79
1.6.3. A szénhidrátanyagcsere-zavar felismerésének életmódi, nemek szerinti és időbeli összefüggései	81
1.6.4. A vizsgálat módszertani korlátai és az eredmények értelmezési tartománya	83
1.7. Az 1. hipotézis összegző értékelése és részkövetkeztetései	86
2. A 2-ES TÍPUSÚ CUKORBETEGSÉG NAGYÉR-SZÖVŐDMÉNYEINEK ELŐFORDULÁSA ÉS IDŐBELI MEGJELENÉSE HON- ÉS RENDVÉDELMI, VALAMINT CIVIL BETEGEK ÖSSZEHASONLÍTÁSÁBAN	88
2.1. Célkitűzés	88
2.2. Kutatási módszer	88
2.2.1. Vizsgálati terv és adatforrás	88
2.2.2. Vizsgálati változók és azok kategorizálásának elvei	89
2.2.3. Az elsőként diagnosztizált nagyér-szövődmény típusának meghatározása	89
2.2.4. Adatkezelési elvek, hiányzó adatok kezelése és az érvényes esetszámok meghatározása	91
2.2.5. A tudományos hipotézis statisztikai feldolgozásának módszertana	93
2.2.6. A vizsgálat módszertani sajátosságai és korlátai	94
2.3. Az elsőként dokumentált nagyér-szövődmények előfordulási jellemzői 2-es típusú diabéteszben és annak kórmegelőző állapotokban	96
2.3.1. Előfordulás a vizsgálati populációban	96
2.3.2. Típus szerinti megoszlás	97
2.3.3. A típusok nemek szerinti megoszlása	99
2.3.4. A diagnózisig eltelt betegségtartam jellemzői	100
2.3.5. A diagnózisig eltelt betegségtartam nemek szerinti megoszlása	102
2.3.6. A diagnózis felállításakor fennálló életkor jellemzői	104

2.3.7. A diagnóziskor fennálló életkor nemek szerinti megoszlása.....	105
2.4. Az elsőként diagnosztizált nagyér-szövődmények előfordulási jellemzőinek statisztikai vizsgálata.....	107
2.4.1. Az előfordulás összehasonlítása a hon- és rendvédelmi és a civil csoportban.....	107
2.4.2. A diagnózisig eltelt betegségtartam összehasonlítása csoportonként.....	109
2.4.3. A diagnózisig eltelt betegségtartam nemek és csoportok szerinti elemzése	110
2.4.4. A diagnóziskor fennálló életkor csoportok közötti elemzése	112
2.4.5. A diagnóziskor fennálló életkor nemek és csoportok szerinti elemzése	114
2.5. A 2-es típusú cukorbetegségben kialakuló, elsőként diagnosztizált krónikus nagyér-szövődmények időbeli jellemzőinek összehasonlító értékelése.....	116
2.5.1. A gyakoriság összehasonlító értékelése	116
2.5.2. Az időbeli megjelenés összehasonlító értékelése a betegségtartam alapján.....	118
2.5.3. Az időbeli megjelenés összehasonlító értékelése az életkor alapján	118
2.5.4. Az előfordulás és a megjelenés nemek szerinti különbségeinek értékelése	119
2.5.5. Típus szerinti megoszlás a teljes vizsgálati populációban és nemek szerint.....	121
2.6. A 2. hipotézis összegző értékelése és részkövetkeztetései	121
3. A SZÉNHIDRÁTANYAGCSERE-ZAVAR KOCKÁZATALAPÚ SZŰRÉSE FINDRISC-KÉRDŐÍV ALKALMAZÁSÁVAL A HON- ÉS RENDVÉDELMI ÁLLOMÁNYBAN	124
3.1. Célkitűzés	124
3.2. Kutatási módszer	125
3.2.1. Vizsgálati terv és a vizsgálatba bevont populáció	125
3.2.2. A FINDRISC kérdőív alkalmazásának módszertana.....	127
3.2.3. A laboratóriumi vizsgálat elvégzésének indokoltsága	127
3.2.4. A tudományos hipotézis statisztikai feldolgozásának módszertana	128
3.2.5. A vizsgálat módszertani sajátosságai és korlátai	129
3.3. A vizsgálati populáció leíró jellemzői	129
3.4. A FINDRISC kérdőív kitöltésével nyert adatok.....	132
3.4.1. A FINDRISC összpontszámok eloszlása és kockázati kategóriái	132
3.4.2. A FINDRISC kérdőív alapján meghatározott kockázati kategóriák megoszlása a vizsgált populációban	132
3.4.3. A FINDRISC kérdőív tételei szerinti kockázati profil a vizsgált populációban...	133
3.4.4. A FINDRISC kérdőív egyes kockázati tényezőinek gyakorisági megoszlása a vizsgált populációban	134
3.4.5. A FINDRISC kérdőív kockázati tényezőinek előfordulása a 40–44 és a ≥ 45 éves korcsoportokban	136
3.5. A FINDRISC-kérdőív összpontszáma alapján indikált laboratóriumi vizsgálatok eredményei	139

3.5.1. A laboratóriumi vizsgálatra irányított populáció jellemzői	139
3.5.2. Az OGTT tényleges megvalósulása a laboratóriumi vizsgálatra utalt populációban	140
3.5.3. A terheléses vércukorvizsgálat eredményei alapján meghatározott szénhidrátanyagcsere-állapot.....	142
3.5.4. A HbA1c eredménye szerinti diagnosztikus besorolás.....	143
3.5.5. A laboratóriumi vizsgálatok eredményeinek megoszlása a 40–44 éves és a ≥ 45 éves korcsoportban	144
3.6. A FINDRISC-alapú kockázatszűrés statisztikai elemzése a szénhidrátanyagcsere-zavar korai felismerésének értékelésében	146
3.6.1. A statisztikai elemzés célja és a vizsgált végpontok meghatározása	146
3.6.2. A FINDRISC ≥ 12 pontszám alapján kiválasztott alcsoport diagnosztikus hozama	146
3.6.3. A FINDRISC-alapú szűrés diagnosztikus hozamának statisztikai elemzése.....	148
3.6.4. A terheléses vércukorvizsgálaton való megjelenés a FINDRISC ≥ 12 pontszámú populációban.....	149
3.6.5. Érzékenységi elemzések és a statisztikai következtetések érvényességi tartománya	150
3.7. A kockázatalapú szűrés eredményességének értelmezése a hon- és rendvédelmi állomány körében	151
3.7.1. A FINDRISC-alapú szűrési modell helye és célja.....	151
3.7.2. A FINDRISC-alapú kockázati profil jellemzői	153
3.7.3. Az életkori bontás értelmezése a FINDRISC-kérdőív alkalmazásában a 40–44 és a ≥ 45 éves korcsoportban	155
3.7.4. A terheléses vércukorvizsgálat indikációjának értelmezése a kockázatalapú szűrésben	156
3.7.5. A terheléses vércukorvizsgálaton történő megjelenés értelmezése	157
3.7.6. A diagnosztikus hozam és az egy új eset felismeréséhez szükséges szűrések számának jelentése	158
3.7.7. A nyugalmi állapotban nem detektálható anyagcsere-eltérések szolgálati relevanciája.....	159
3.8. A 3. hipotézis összegző értékelése és részkövetkeztetései	160
4. A FOLYAMATOS SZÖVETI GLÜKÓZ-MONITOROZÁS SZEREPE A SZÉNHIDRÁTANYAGCSERE-ZAVAR KORAI KIMUTATÁSÁBAN A HON- ÉS RENDVÉDELMI POPULÁCIÓBAN.....	163
4.1. Célkitűzés	163
4.2. Kutatási módszer	164
4.2.1. A vizsgálati terv és a vizsgálatba bevont populáció	164

4.2.2. A CGMS alkalmazásának módszertana	165
4.2.3. A CGMS alkalmazásával nyert paraméterek és definíciójuk	166
4.2.4. A CGMS alkalmazásával nyert paraméterek és a laboratóriumi vizsgálatok kapcsolata	169
4.2.5. A tudományos hipotézis statisztikai feldolgozásának módszertana	169
4.2.6. Alkalmazott statisztikai módszerek	170
4.2.7. Módszertani sajátosságok és korlátok	171
4.3. Az alvizsgálatban résztvevő populáció leíró statisztikai jellemzői	171
4.4. A CGMS alkalmazásával nyert adatok bemutatása	172
4.4.1. A CGMS-mérések technikai megfelelése és az adatminőség	172
4.4.2. Az alapvető CGMS-paraméterek leíró jellemzői.....	173
4.4.3. A CGMS-paraméterek megoszlása a FINDRISC-kockázati kategóriák alapján..	174
4.4.4. A CGMS-paraméterek leíró statisztikai jellemzői az OGTT-indikáció szerint képzett alcsoportokban.....	178
4.4.5. A CGMS-paraméterek és a laboratóriumi vizsgálati eredmények leíró bemutatása	182
4.4.6. A CGMS-paraméterek kapcsolata az OGTT-alapú anyagcsere-kategóriákkal.....	183
4.4.7. A CGMS-paraméterek megoszlása a HbA1c-érték alapján képzett anyagcsere-kategóriák szerint.....	185
4.5. A CGMS-technológiával nyert adatok statisztikai elemzése.....	187
4.5.1. A CGMS-paraméterek és a FINDRISC-pontszám közötti összefüggések vizsgálata	187
4.5.2. A CGMS-paraméterek FINDRISC-kategóriák szerinti összehasonlítása.....	188
4.5.3. A CGMS-paraméterek összehasonlítása az OGTT-indikáció alapján	189
4.5.4. A CGMS-paraméterek és a laboratóriumi eredmények (OGTT, HbA1c) közötti összefüggések vizsgálata	191
4.6. A CGMS szerepének értékelése a kockázatalapú szűrés tükrében.....	195
4.6.1. A CGMS-paraméterek és a FINDRISC-összpontszám közötti összefüggések értelmezése	195
4.6.2. A CGMS-paraméterek FINDRISC-kockázati kategóriák szerinti összehasonlításának értékelése	196
4.6.3. A CGMS-paraméterek OGTT-indikáció szerinti összehasonlításának értékelése	197
4.6.4. A CGMS-paraméterek és a laboratóriumi eredmények (OGTT, HbA1c) összehasonlításának értékelése	198
4.6.5. A CGMS-paraméterek diszkriminációs képessége az OGTT-indikáció szerint (ROC-elemzés)	199
4.7. A 4. hipotézis összegző értékelése és részkövetkeztetései	200

ÖSSZEGZETT KÖVETKEZTETÉSEK	202
A hipotézisek vizsgálatának eredménye.....	205
Új tudományos eredmények.....	211
Ajánlások.....	213
A kutatási eredmények gyakorlati felhasználhatósága.....	215
Jövőbeli kutatási irányok.....	218
A felhasznált irodalom jegyzéke	220
A szerző témaköréből készült publikációs jegyzéke.....	234
Mellékletek	236
1. melléklet: A FINDRISC-kérdőív magyar változata és annak értékelése	236
2. melléklet: Az 5. ábrán bemutatott AGP riport klinikai értelmezése	237
3. melléklet: A dolgozatban használt rövidítések.....	238
4. melléklet: Táblázatok jegyzéke.....	241
5. melléklet: Ábrák jegyzéke	244
6. melléklet: Az értekezés kohéziós táblázata.....	246
7. melléklet: Köszönetnyilvánítás	250

„Az idő szárnyon jár,
Soha semmit nem vár,
És foly, mint erős folyás;

Visszá soha sem tér,
Mindent a' földre vér,
Mindeneken hatalmas;

Ő gazdagot, szegént
Öszveront egy szerint,
Nincs néki ellenállás...

Zrínyi Miklós: Az idő szárnyon jár...
(részlet)

BEVEZETÉS

A téma aktualitása és jelentősége a szolgálati alkalmasság vonatkozásában

A modern társadalmak egészségi állapotát egyre inkább olyan nem fertőző, krónikus megbetegedések határozzák meg, amelyek kialakulásában a genetikai háttér mellett az életmódbeli és környezeti tényezők kiemelt szerepet játszanak. Az inaktivitás, a kiegyensúlyozatlan táplálkozás, a tartós stressz és az alvás–ébrenlét ritmusának felborulása együttesen járulnak hozzá e kórképek növekvő előfordulásához, amelyek jelentős egyéni, társadalmi és gazdasági terhet jelentenek. A krónikus megbetegedések között a cukorbetegség kiemelt helyet foglal el, mivel világszerte a 21. század egyik legnagyobb népegészségügyi kihívása. Gyakori társulása az elhízással és a szív- és érrendszeri betegségekkel jelentős funkcionális következményekkel jár. A szénhidrátanyagcsere-zavar fennállása során megfigyelhető csökkent fizikai terhelhetőség, fokozott fáradékonyság és idegrendszeri zavarok közvetlenül rontják a fizikai és kognitív teljesítőképességet. Emellett növelik a műveleti kockázatokat, és hosszú távon kedvezőtlenül befolyásolják a munkavégző képesség fenntarthatóságát is. A hon- és rendvédelmi szervek személyi állományában kiemelt kérdés, hogy a szolgálati jogviszonyhoz kapcsolódó alkalmassági elvárások és életviteli sajátosságok

védő vagy kockázatt növelő szerepet töltenek-e be a cukorbetegség és annak szív- és érrendszeri szövődményei tekintetében.

Több mint két évtizedes belgyógyászati és diabetológiai szakmai tevékenységem során az Észak-Pesti Centrumkórház – Honvédkórházban (ÉPC-HK) végzett gyógyító munka keretében közvetlen tapasztalatot szereztem a cukorbetegség klinikai következményeiről és speciális kihívásairól. Az ÉPC-HK és annak elődje, a Magyar Honvédség Egészségügyi Központ (MH EK) 2007. július 1-jén, Állami Egészségügyi Központ néven jött létre. Az intézmény több egészségügyi szervezet — a Honvédkórház, a Belügyminisztérium Központi Kórháza, az Országos Gyógyintézeti Központ és a Magyar Államvasutak Kórháza — összevonásával alakult meg.¹ Az intézmény legfőbb feladata a katona-egészségügyi biztosítás és támogatás lett, de az integrációval a polgári lakosság — elsősorban az észak-pesti régió — területi ellátása vált egyre hangsúlyosabbá. A szervezeti struktúra az évek során többször átalakult, az ellátásra jogosultak köre azonban változatlan maradt. Az intézetben továbbra is Budapest egyes kerületeinek lakosai, valamint a hon- és rendvédelmi szervek dolgozói részesülnek ellátásban, beleértve a diabetológiai gondozást is.

A klinikai tapasztalatok arra utalnak, hogy a modern cukorbeteg-gondozás folyamatosan bővülő diagnosztikus és terápiás lehetőségei önmagukban nem garantálják a betegség optimális kontrollját a hon- és rendvédelmi szolgálat sajátos körülményei között. E speciális környezetben az anyagcsere-állapot stabilitása és az egészségügyi alkalmasság megőrzése csak a szolgálati terheléshez, munkarendhez és kockázati helyzetekhez igazított, célzott megközelítéssel biztosítható.

A feladatok biztonságos és folyamatos végrehajtásának alapvető feltétele az egészségügyi alkalmasság, amely közvetlen hatással van a műveleti készenlét fenntarthatóságára és az állomány operatív működőképességére. Az életmód által befolyásolt krónikus megbetegedések — különösen a cukorbetegség — az aktív munkaképes korú állomány körében egyre nagyobb arányban fordulnak elő. E kórkép olyan egészségügyi kockázati tényezőt jelent, amely az egyén fizikai és pszichés terhelhetőségének csökkenésén keresztül rontja a szolgálati teljesítőképességet.

A védelmi szektor dolgozóinak életkori összetétele, valamint a cukorbetegségeen belül meghatározó arányt képviselő 2-es típus sajátosságai alapján ez az egészségügyi állapot kiemelt jelentőséggel bír. A jogviszonyhoz kapcsolódó rendszeres egészségügyi ellenőrzések,

¹ 2009/2007. (I. 30.) Korm. határozat

valamint a fizikai alkalmasság követelményrendszere olyan potenciális védő tényezőket jelenthetnek, amelyek a civil populációhoz képest a betegség későbbi életkorban történő kialakulásához, illetve eltérő betegséglefolyáshoz vezethetnek. A modern hon- és rendvédelmi feladatrendszerre jellemző a váltott műszakos munkarend, a készenléti szolgálat és a nemzetközi műveletekben való részvétel. E körülmények gyakran rendkívüli fizikai és pszichés terheléssel járnak. Az így kialakuló életmódi és élettani tényezők növelhetik a cukorbetegség kockázatát, valamint megnehezíthetik a már fennálló anyagcsere-betegség stabilitásának fenntartását. Mindezek együttesen indokoltá teszik az anyagcsere-állapot fokozott monitorozását, valamint a hagyományos, időszakos vizsgálatokat kiegészítő, kockázatalapú megközelítések alkalmazását.

A megelőzés és a korai felismerés célzott alkalmazása a cukorbetegség esetében érdemben hozzájárulhat a munkavégző képesség hosszú távú fenntartásához. A cukorbetegség sajátossága, hogy korai stádiumban gyakran tünetmentes, ugyanakkor a fokozott fizikai és pszichés igénybevétellel járó helyzetekben hirtelen vércukorszint-ingadozásokhoz vezethet. A kórosan alacsony vagy magas vércukorértékekkel jellemezhető epizódok, továbbá a glükózszt szint fokozott ingadozása kedvezőtlenül befolyásolhatják a kognitív működést. Ennek következményeként romolhat a koncentráció, megnyúlhat a reakcióidő, és átmenetileg beszűkülhet az ítélőképesség. Mindez közvetlen biztonsági kockázatot jelenthet a szolgálatellátás során. Ez különösen kritikus azokban a beosztásokban, amelyek fegyverhasználattal vagy járművezetéssel járnak. Ide tartoznak a fokozott felelősséget és mások testi épségét érintő döntéshozatalt igénylő feladatkörök is. Ezekben az esetekben már az átmeneti teljesítményromlásnak is súlyos következménye lehet. A fel nem ismert vagy nem megfelelően kontrollált anyagcsere-eltérések fokozhatják a szolgálatellátás során bekövetkező akut események kockázatát. Ezek nemcsak az érintett személy egészségi állapotát, hanem a műveleti környezet biztonságát és a feladatvégrehajtás eredményességét is ronthatják.

A tartósan fennálló, nem megfelelően kontrollált anyagcsere-állapot hosszú távon a cukorbetegség krónikus szövődményeinek kialakulásához vezethet, beleértve a kis- és nagyérkárosodást. E komplikációk a fizikai terhelhetőség csökkenésén, a munkaképesség romlásán és az egészségi alkalmasság elvesztésén keresztül érdemben befolyásolják a személyi állomány hosszú távú szolgálatképességét.

A védelmi szerveknél alkalmazott rendszeres egészségügyi alkalmassági vizsgálatok lehetőséget biztosítanak a cukorbetegség időben történő megállapítása mellett arra is, hogy az annak kialakulására nagy rizikóval rendelkező egyének a civil ellátórendszerhez képest

korábban azonosíthatók legyenek. A kockázatbecslő módszerek célzott alkalmazása, valamint a korszerű monitorozási technológiák bevonása elősegítheti a szénhidrátanyagcsere-zavarok korai felismerését és a betegség kialakulásának megelőzését vagy késleltetését.

A civil populációhoz képest a védelmi szektor dolgozói várhatóan aktívabb életmódot folytatnak, mivel a megfelelő fizikai állapot fenntartása nem csupán egyéni döntés, hanem szolgálati követelmény is, amelynek meg kell felelni. A teljesítést pedig időszakos, objektív vizsgálatok ellenőrzik. Mindez arra ösztönözheti őket, hogy nagyobb hangsúlyt fektessenek az egészséges életmódra is. Az intenzív intervenciók — különösen a rendszeres fizikai aktivitás és a testtömegkontroll — igazoltan javítják az inzulinérzékenységet, valamint szignifikánsan csökkentik a szénhidrátanyagcsere-zavar kialakulásának kockázatát.²

Mindezek alapján tudományos és gyakorlati szempontból egyaránt indokolt a dolgozók diabetológiai szempontú, a civil populációval összehasonlító vizsgálata, különös tekintettel a betegség kialakulásának életkori sajátosságaira, a krónikus szövődmények előfordulására és betegség tartammal összefüggő megjelenésére, továbbá a korai felismerést támogató szűrő- és monitorozó eljárások alkalmazhatóságára.

² AMERIKAI DIABÉTESZ TÁRSASÁG (AMERICAN DIABETES ASSOCIATION, ADA) 2025

A tudományos probléma megfogalmazása

A 2-es típusú cukorbetegség krónikus, progresszív lefolyású anyagcsere-kórállapot, amely gyakran éveken át rejtve marad. Klinikai lefolyását nagymértékben befolyásolja a kezelés késedelmes megkezdése, valamint a felismeréskor már fennálló szövődmények súlyossága. A nemzetközi és hazai forrásokból származó népességalapú klinikai és epidemiológiai adatok³ elsősorban az általános populációra vonatkozóan állnak rendelkezésre. Ugyanakkor nem tisztázott, hogy e megállapítások milyen mértékben alkalmazhatók a hon- és rendvédelmi szervek speciális szolgálati környezetben dolgozó személyi állományára. Nem ismert, hogy a cukorbetegség e populációban eltérő életkorban kerül-e felismerésre a civil populációhoz képest. Továbbá nem tisztázott, hogy a betegség fennállási ideje és a krónikus nagyér-szövődmények megjelenése különbözik-e a civil populációban megfigyelt mintázatoktól. Emellett nem áll rendelkezésre elegendő evidencia arra vonatkozóan, hogy vajon a szolgálati jogviszonyhoz kapcsolódó egészségügyi alkalmassági vizsgálatok keretében alkalmazható kockázatalapú szűrőmódszerek — különösen a FINDRISC (Finnish Diabetes Risk Score) kérdőívre épülő célzott laboratóriumi vizsgálatok — mennyiben járulnak hozzá a fokozott rizikójú, illetve kórmegelőző állapotban lévő egyének korai azonosításához.

Jóllehet az utóbbi években széles körben elterjedt folyamatos szöveti glükóz-monitorozás új lehetőségeket kínál a vércukorszint finom eltéréseinek detektálására, jelenleg nem áll rendelkezésre egységesen elfogadott módszertan vagy küszöbérték-rendszer a szenzoradatok alapján történő szénhidrátanyagcsere-zavarok korai felismerésére. Ennek következtében a szenzor-alapú paraméterek szerepe a cukorbetegség kialakulására fokozott kockázatú egyének azonosításában a hagyományos diagnosztikai módszereken túl jelenleg nem kellően tisztázott. E kérdések tisztázása nélkülözhetetlen annak eldöntéséhez, hogy a civil ellátórendszerben alkalmazott diabetológiai szemlélet és szűrési gyakorlat milyen mértékben és milyen feltételek mellett adaptálható a hon- és rendvédelem sajátos alkalmassági és szolgálati követelményeihez.

A fentiek alapján a disszertáció az alábbi, egymással összefüggő tudományos problémák vizsgálatára irányul:

1. Nem állnak rendelkezésre összehasonlító adatok arra vonatkozóan, hogy a szénhidrátanyagcsere-zavar felismerésének életkori és diagnosztikai mintázata

³ Az epidemiológiai adatok a betegségek előfordulását, megoszlását és időbeli változását leíró, népességszintű statisztikai információk.

különbözik-e a hon- és rendvédelmi állomány és a civil populáció között. Továbbá nem történt olyan rendszerszintű elemzés, amely az alkalmassági vizsgálatok szerepét a felismerés időzítésében és módjában értékelte volna.

2. Nem állnak rendelkezésre olyan összehasonlító adatok, amelyek egyértelműen megítélhetővé tennék, hogy a 2-es típusú cukorbetegség krónikus nagyér-szövődményeinek gyakorisága és a betegség fennállásának időtartamához viszonyított megjelenése különbözik-e a hon- és rendvédelmi állomány és a civil populáció körében.
3. Nem áll rendelkezésre evidencia arra vonatkozóan, hogy a civil populációban validált, FINDRISC kérdőívre épülő kockázatalapú szűrés alkalmazható-e a hon- és rendvédelmi állomány sajátos szolgálati környezetében a szénhidrátanyagcsere-zavar korai felismerésére.
4. Nem áll rendelkezésre elegendő evidencia arra vonatkozóan, hogy a folyamatos szöveti glükóz-monitorozásból származó paraméterek alkalmasak-e a szénhidrátanyagcsere-zavar korai stádiumainak azonosítására a hon- és rendvédelmi állományban. Emellett nem került rendszerszintű vizsgálatra, hogy e technológia integrálható-e a kockázatalapú szűrési modellbe a szolgálati alkalmasság támogatása érdekében.

Tudományos hipotézisek

Disszertációmban az alábbi hipotéziseket kívánom vizsgálni:

- H.1.** Feltételezem, hogy a diabetológiai gondozásban részesülő hon- és rendvédelmi dolgozók és civil egyének között a szénhidrátanyagcsere-zavar felismerésének jellemzői eltérnek. A hon- és rendvédelmi csoportban a felismerés későbbi életkorban történik, és gyakrabban kapcsolódik alkalmassági vizsgálathoz, míg ritkábban panasz- vagy tünetvezérelt kivizsgáláshoz, illetve szövődmények kapcsán történő felismeréshez.
- H.2.** Feltételezem, hogy a diabetológiai gondozásban részesülő hon- és rendvédelmi dolgozók és civil egyének között különbség mutatkozik a 2-es típusú cukorbetegség krónikus nagyér-szövődményeinek előfordulásában azzal, hogy a hon- és rendvédelmi csoportban a szövődmények alacsonyabb gyakorisággal és hosszabb betegségstartam mellett jelennek meg.
- H.3.** Igazolni kívánom, hogy a magyar hon- és rendvédelmi szervek cukorbetegségben nem szenvedő állományában a kockázatalapú FINDRISC kérdőív és az eredménye alapján elvégzett terheléses vércukorvizsgálat alkalmas a fokozott kockázatú, illetve a cukorbetegség kórmegelőző állapotában lévő egyének korai azonosítására.
- H.4.** Feltételezem, hogy a folyamatos szöveti glükóz-monitorozási technológia alkalmas a magyar hon- és rendvédelmi állományban a szénhidrátanyagcsere-zavar korai felismerésére, valamint a cukorbetegség kialakulása szempontjából fokozott kockázatú egyének célzott azonosítására.

Kutatási célkitűzések

A megfogalmazott hipotézisek vizsgálata érdekében az alábbi kutatási célokat határoztam meg.

- 1.1. A szénhidrátanyagcsere-zavar felismeréskor fennálló életkor összehasonlító vizsgálata a hon- és rendvédelmi szektor és a civil lakosság körében annak megítélésére, hogy a diagnóziskor fennálló életkor eltér-e a két populációban.
- 1.2. A szénhidrátanyagcsere-zavar felismeréséhez vezető diagnosztikai utak feltárása és összehasonlító elemzése a hon- és rendvédelmi, valamint a civil populációban annak vizsgálatára, hogy a felismerés milyen arányban történik szervezett egészségügyi alkalmassági vizsgálatok, panasz- vagy tünetvezérelt kivizsgálás, szövődmény miatti kivizsgálás, rizikófaktor-alapú szűrés vagy egyéb ok kapcsán.
- 1.3. A diagnóziskor megállapított szénhidrátanyagcsere-zavarok típus szerinti megoszlásának elemzése a manifest cukorbetegség és a kórmegelőző állapotai szerint.
- 2.1. A 2-es típusú cukorbetegséghez és annak kórmegelőző állapotaihoz társuló, elsőként dokumentált krónikus nagyér-szövődmények előfordulási gyakoriságának vizsgálata és összehasonlítása a hon- és rendvédelmi szektor dolgozói és a civil populáció körében.
- 2.2. A 2-es típusú cukorbetegséghez és annak kórmegelőző állapotaihoz társuló, elsőként dokumentált krónikus nagyér-szövődmények típus szerinti megoszlásának elemzése és összehasonlítása a hon- és rendvédelmi és a civil populációban.
- 2.3. A 2-es típusú cukorbetegséghez és annak kórmegelőző állapotaihoz társuló, elsőként dokumentált krónikus nagyér-szövődmények időbeli megjelenésének vizsgálata a szénhidrátanyagcsere-zavar fennállásának időtartama és a szövődmény diagnózisakor fennálló életkor alapján. Az így meghatározott időbeli jellemzők összehasonlítása a hon- és rendvédelmi és a civil populációban annak megítélésére, hogy a szövődmények manifesztációja eltérő életkori és betegség-tartam-mintázatot mutat-e.
- 3.1. A FINDRISC kérdőívvel végzett kockázatbecslés hatékonyságának vizsgálata ismert szénhidrátanyagcsere-zavarban nem szenvedő hon- és rendvédelmi állomány körében. Célja annak megítélése, hogy a módszer alkalmas-e e speciális csoportban a magasabb rizikójú egyének azonosítására.

- 3.2.** A FINDRISC kérdőív alapján célzottan végzett terheléses vércukorvizsgálat diagnosztikus hozamának és populációs hatékonyságának vizsgálata a szénhidrátanyagcsere-zavar korai felismerésében a hon- és rendvédelmi személyi állomány körében. A vizsgálat célja az egy új szénhidrátanyagcsere-zavar felismeréséhez szükséges szűrések számának meghatározása.
- 4.1.** A folyamatos szöveti glükóz-monitorozással nyert glikémiás jellemzők vizsgálata a FINDRISC-alapú kockázati kategóriák mentén a hon- és rendvédelmi személyi állományban. A vizsgálat célja annak megítélése, hogy a monitorozással nyert paraméterek jeleznek-e a kockázati kategóriák emelkedésével összefüggő, klinikailag értelmezhető glikémiás eltolódásokat, valamint hozzájárulhatnak-e a FINDRISC-alapú kockázati rétegzés finomításához.
- 4.2.** A folyamatos szöveti glükóz-monitorozással nyert paraméterek összehasonlító vizsgálata a terheléses vércukorvizsgálat alapján normális szénhidrátanyagcserével rendelkező és szénhidrátanyagcsere-zavart mutató egyének között a hon- és rendvédelmi állományban. A vizsgálat célja annak megítélése, hogy a szenzortechnológiával kapott paraméterek eltérő glikémiás mintázatokat jeleznek-e a két anyagcsere-kategóriában.
- 4.3.** A folyamatos szöveti glükóz-monitorozással meghatározott glikémiás jellemzők elemzése a szénhidrátanyagcsere korai stádiumaiban, különös tekintettel a hagyományos laboratóriumi módszerekkel még nem azonosítható eltérésekre. A cél annak megítélése, hogy e módszer alkalmas lehet-e a cukorbetegség kialakulása szempontjából fokozott kockázatú egyének elkülönítésére a hon- és rendvédelmi állományban.

Kutatási módszerek

A disszertációban megfogalmazott hipotézisek és kutatási célok vizsgálatához — a Nemzeti Közszerológati Egyetem Hadtudományi Doktori Iskolájának módszertani és formai követelményeit figyelembe véve — szakirodalmi feldolgozásra épülő elméleti megalapozást, valamint empirikus retrospektív és prospektív megfigyeléses kutatási módszereket alkalmaztam.

Az elméleti megalapozás során feldolgoztam és elemeztem a szénhidrátanyagcsere-zavarok epidemiológiájával, felismerésével, szűrésével és szövődményeivel foglalkozó hazai és nemzetközi szakirodalmat. Külön elemeztem a 2-es típusú cukorbetegséghez és annak kórmegelőző állapotaihoz társuló krónikus nagyér-szövődmények előfordulását, típusait és időbeli megjelenését. A szakirodalmi áttekintést kiterjesztettem a folyamatos szöveti glükóz-monitorozás elméleti hátterére, klinikai és szűrésre alkalmazhatóságára, valamint a glikémiás variabilitás és az időtartomány-alapú mutatók szerepére a szénhidrátanyagcsere-zavarok korai felismerésében. E megközelítéseket a fokozott fizikai és pszichés terheléssel járó szolgálati környezet szempontjából is értelmeztem. Emellett áttekintettem a hon- és rendvédelmi szervek egészségügyi alkalmassági rendszeréhez kapcsolódó jogszabályi környezetet.

Az 1. és 2. hipotéziseket vizsgáló kutatás empirikus alapját az ÉPC-HK Diabetológia Szakrendelésén 2019. január 1. és 2023. december 31. között gondozott betegek anonimizált egészségügyi dokumentációinak retrospektív feldolgozása jelentette. Az elemzés az intézmény egészségügyi informatikai rendszerében rögzített ambuláns lapokra és kapcsolódó szakorvosi dokumentumokra terjedt ki, a dokumentált klinikai események időrendjének rekonstrukciójával.

Az adatfeldolgozás során összehasonlító, retrospektív megfigyeléses módszerrel elemeztem a szénhidrátanyagcsere-zavar felismerésének életkori és diagnosztikai sajátosságait a hon- és rendvédelmi szektor dolgozói és a civil populáció körében. Ezt követően elemeztem 2-es típusú cukorbetegséghez és kórmegelőző állapotaihoz társuló krónikus nagyér-szövődmények előfordulását, típus szerinti megoszlását és időbeli jellemzőit a betegség tartam és az életkor függvényében. A statisztikai feldolgozás során leíró és összehasonlító kvantitatív módszereket alkalmaztam. A hon- és rendvédelmi és a civil populáció között összehasonlítás történt a szénhidrátanyagcsere-zavar felismerésének életkori és diagnosztikai jellemzői, valamint a 2-es típusú diabéteszhez társuló krónikus nagyér-szövődmények előfordulása és időbeli megjelenése tekintetében. A vizsgálatok során a releváns kimeneti változók esetében

nemek szerinti rétegzett jellemzést is végeztem, és a csoportkülönbségek statisztikai szignifikanciáját is elemeztem.

A 3. és 4. hipotézis ellenőrzése céljából prospektív, keresztmetszeti, megfigyeléses klinikai vizsgálatot végeztem több hon- és rendvédelmi szervezet állományában. A kutatás a megfelelő etikai és hatósági engedélyek birtokában, 2025. május 22. és 2025. december 22. között, hét hónap alatt valósult meg. A bevonás önkéntes alapon, 40 év feletti, ismert szénhidrátanyagcsere-zavarban nem szenvedő személyek körében történt. Első lépésként diabéteszkockázat-becslést végeztem a FINDRISC kérdőív alkalmazásával. A ≥ 12 pontos FINDRISC-pontszámmal rendelkező résztvevők esetében célzott laboratóriumi kivizsgálás történt, amely terheléses vércukorvizsgálatot és HbA_{1c}-meghatározást foglalt magában. A CGMS-alvizsgálatba bevont résztvevők kiválasztása a FINDRISC-kategóriák szerint előre meghatározott, kiegyensúlyozott (1:1:1:1 arányú) beválasztással történt annak érdekében, hogy a teljes kockázati spektrum összehasonlítható elemszámú alcsoportokban váljon értékelhetővé. Ez lehetővé tette a glükózanyagcsere dinamikus jellemzőinek összehasonlító elemzését a teljes kockázati spektrum mentén.

A prospektív vizsgálat eredményeinek feldolgozása során leíró és összehasonlító kvantitatív statisztikai módszereket alkalmaztam, a FINDRISC-eredmények, a laboratóriumi vizsgálatok és a CGMS-paraméterek közötti összefüggések vizsgálatával. A részletes statisztikai módszertani leírást az egyes hipotézisekhez kapcsolódó alfejezetek tartalmazzák. A statisztikai elemzések során minden esetben feltüntettem az alkalmazott próbát, az érvényes esetszámot (n), a p-értéket, valamint – ahol releváns – a hatásméreteket és a 95%-os konfidencia-intervallumokat. A nevezőképzés és az esetleges kizárások módja az egyes elemzésekhez tartozó táblázatok és ábrák felirataiban egyértelműen megjelölésre került.

A disszertációban alkalmazott terminológia és rövidítések kialakításának célja az egységes fogalomhasználat és a szakmai pontosság biztosítása, valamint a hon- és rendvédelmi szolgálatot teljesítők számára is jól értelmezhető megfogalmazás alkalmazása volt. A dolgozatban minden rövidítés első előfordulásakor feloldásra kerül, ezt követően pedig következetesen az adott rövidítés használata történik.

Az értekezés tartalmi felépítése

Az értekezés öt tematikus részből épül fel, amelyek egymásra épülve a megfogalmazott hipotézisek és kutatási célok mentén vizsgálják a szénhidrátanyagcsere-zavarok felismerésének, előfordulásának és klinikai jelentőségének sajátosságait a hon- és rendvédelmi szektor személyi állományában.

A bevezetést lezáró részben, „A releváns szakirodalom áttekintése” cím alatt ismertetem a szénhidrátanyagcsere-zavarok epidemiológiai és klinikai jelentőségét. Bemutatom a cukorbetegség etiológiai és patofiziológiai sajátosságait. Áttekintem a 2-es típusú cukorbetegség kockázati tényezőit és szövődményeit. Ismertetem a megelőzés, a korai felismerés és a modern monitorozási technológiák szerepét, különös tekintettel a hon- és rendvédelmi állomány egészségügyi alkalmasságára és szolgálati sajátosságaira.

Az első fejezet az 1. hipotézisnek megfelelően a szénhidrátanyagcsere-zavar felismerésének jellemzőit elemzi a hon- és rendvédelmi szektorban, összehasonlítva azokat a civil populációban megfigyelhető mintázatokkal. A fejezet bemutatja a diagnóziskor fennálló életkor alakulását, és vizsgálja, hogy a szénhidrátanyagcsere-zavar a hon- és rendvédelmi dolgozók körében a civil populációhoz képest későbbi életkorban kerül-e felismerésre. Emellett ismertetem a felismeréshez vezető diagnosztikai utak megoszlását, valamint a diagnóziskor megállapított szénhidrátanyagcsere-zavar típusainak előfordulását. A fejezet célja annak vizsgálata, hogy a rendszeres egészségügyi alkalmassági vizsgálatok miként befolyásolják a szénhidrátanyagcsere-zavar felismerésének módját, időzítését és e felismerési mintázatok miben különböznek a civil ellátási gyakorlatban megfigyelhetőktől. Az eredmények értelmezése az első hipotézis vizsgálatát szolgálja, és alapot teremt a szénhidrátanyagcsere-zavar korai felismerését célzó, kockázatalapú megközelítések későbbi vizsgálatához.

A második fejezetben a 2. hipotézist vizsgálva elemzem a szénhidrátanyagcsere-zavarhoz társuló krónikus nagyér-szövődmények előfordulását a hon- és rendvédelmi szervek dolgozói és a civil populáció összehasonlításában. A fejezet célja annak értékelése, hogy e szövődmények előfordulási gyakorisága alacsonyabb-e, és kialakulásuk hosszabb betegség tartam mellett, későbbi életkorban történik-e a hon- és rendvédelmi dolgozók körében a civil populációhoz képest. Az elemzés kiterjed az elsőként dokumentált krónikus nagyér-szövődmények típus szerinti megoszlására, valamint a szövődmények megjelenéséig eltelt betegség tartam és a diagnóziskor fennálló életkor vizsgálatára. Emellett a nemek szerinti

rétégzés alapján értékelem, hogy a nemi különbségek mintázata a hon- és rendvédelmi és a civil populációban azonos vagy eltérő módon érvényesül-e.

A harmadik fejezet a szénhidrátanyagcsere-zavar kockázatalapú felismerésének lehetőségét vizsgálja a hon- és rendvédelmi állomány körében a FINDRISC kérdőív alkalmazásán keresztül. A fejezetben bemutatom a 40 év feletti, ismert szénhidrátanyagcsere-zavarban nem szenvedő állomány körében végzett kockázatbecslés eredményeit, valamint a FINDRISC pontszámok alapján kialakított kockázati kategóriák megoszlását. Vizsgálom továbbá, hogy a FINDRISC-alapú kockázatbesorolás milyen mértékben indokolja és irányítja a további diagnosztikus kivizsgálás szükségességét. A fejezet célja annak értékelése, hogy a FINDRISC kérdőív alkalmas-e a hon- és rendvédelmi állomány sajátos szolgálati környezetében a korábban nem ismert szénhidrátanyagcsere-zavar azonosítására. Az elemzés kiterjed a kockázatalapú kiválasztás diagnosztikus hozamának és populációs hatékonyságának vizsgálatára, különös tekintettel az egy új eset felismeréséhez szükséges szűrések számának meghatározására. Az eredmények értelmezése a 3. hipotézis vizsgálatát szolgálja, és megalapozza a kockázatalapú, lépcsőzetes szűrési modell további elemeinek vizsgálatát.

A negyedik fejezet célja a 4. hipotézis értékelése és a folyamatos szöveti glükóz-monitorozás szerepének vizsgálata a szénhidrátanyagcsere-zavar korai felismerésében. A fejezet arra fókuszál, hogy a szenzortechnológia a FINDRISC-alapú kockázatbecslést követően, a hagyományos laboratóriumi vizsgálatokhoz viszonyítva alkalmas-e a szénhidrátanyagcsere-zavar korai kimutatására, és bizonyos esetekben kiválthatja-e vagy kiegészítheti-e a laboratóriumi diagnosztikát. A fejezetben bemutatom a különböző kockázati kategóriákba sorolt csoportokban alkalmazott szenzorvizsgálatok eredményeit, valamint a glükózanyagcsere dinamikus jellemzőinek alakulását. Az elemzés kiterjed a FINDRISC-pontszámok és a laboratóriumi vizsgálati eredmények alapján meghatározott kockázati- és anyagcsere-kategóriák közötti összefüggések vizsgálatára. Az eredmények értelmezése hozzájárul annak megítéléséhez, hogy a folyamatos szöveti glükóz-monitorozás milyen szerepet tölthet be a kockázatalapú szűrésben a hon- és rendvédelmi állomány egészségügyi alkalmasságának megítélése során.

Elméleti háttér és releváns szakirodalmi áttekintés

A cukorbetegség (diabetes mellitus, DM) a modern orvostudomány egyik legszélesebb körben vizsgált kórképe. Kórélettani hátterének (patofiziológiájának), előfordulásának (prevalenciájának) és terápiájának irodalma rendkívül gazdag, ugyanakkor a hon- és rendvédelmi szolgálatot teljesítők körében történő megjelenéséről és sajátosságairól lényegesen kevesebb tudományos evidencia áll rendelkezésre. A nemzetközi szakirodalom elsősorban az általános populáció vizsgálatára, a diabétesz társadalmi terheire, valamint a modern terápiás lehetőségek hatékonyságára fókuszál. A speciális foglalkozási csoportok — így a védelmi szektorban dolgozók — esetében a vizsgálatok száma és mélysége korlátozott.

A cukorbetegség etiológiai csoportosítása és patofiziológiai alapjai

A diabétesz olyan komplex metabolikus betegség, amely nemcsak a szénhidrát-, hanem a fehérje- és zsírsanyagcsere szabályozását is érinti, és jellemzően tartós, élethosszig fennálló állapot.⁴ Az ok-okozati összefüggést tanulmányozó (etiológiai) csoportosítás alapján a diabéteszes esetek 90%-ában 2-es típusú megbetegedésről (Type 2 Diabetes Mellitus, T2DM) van szó, amely mögött az inzulinhormon hatásának elmaradása, azaz relatív inzulinhiány áll. A közel 10%-ban előforduló 1-es típusú megbetegedést (Type 1 Diabetes Mellitus, T1DM) az inzulintermelő sejtek elpusztulása okozza, ami életveszélyt jelentő abszolút inzulinhiánnyal jár. Az inzulin hormont a hasnyálmirigy termeli, és egyik fontos funkciója, hogy lehetővé teszi a glükóz molekula (közismert nevén vércukor) sejtekbe jutását, ezáltal biztosítva azok energiaellátását. Ritkábban előfordulnak a cukorbetegség más típusai is (például a terhesség alatt jelentkező, gyógyszer vagy vegyszer okozta, illetve a különböző örökletes formák).

A T1DM kialakulásának okai nem ismertek teljes mértékben, de bizonyítékok állnak rendelkezésre olyan genetikai és környezeti tényezőkkel kapcsolatban, amelyek elindíthatják azt az autoimmun⁵ folyamatot, amelynek következtében abszolút inzulinhiány alakul ki.⁶ A genetikai hajlam mellett a tényleges manifesztációt döntően a környezeti hatások befolyásolják.⁷ A leggyakrabban vizsgált kockázati tényezők közé tartoznak a különböző vírusfertőzések, bizonyos táplálkozási hatások — így a csecsemőkori korai tehéntej-expozíció,

⁴ WINKLER – BARANYI 2007: 15

⁵ Az autoimmun folyamat olyan patomechanizmus, amely során az immunrendszer a szervezet saját sejtjeit és szöveteit idegenként ismeri fel, ami gyulladásos és szövetkárosodáshoz vezet.

⁶ BLUESTONE 2010

⁷ GILLESPIE 2006

a gluténbevitel időzítése és a D-vitamin-hiány —, valamint a korai életkorban alacsonyabb mikrobiális kitettséggel járó életkörülmények és az északi földrajzi szélességeken való élet, amelyek a vizsgálatok szerint növelhetik a betegség kialakulásának kockázatát. Az elmúlt évek kutatásai újabb faktorok jelentőségét is kiemelték, mint például a bélmikrobiota⁸ összetételének változását, amely szintén hozzájárulhat az autoimmun folyamatok kialakulásához.⁹

A T2DM kifejlődése egy hosszú folyamat, amelynek patofiziológiai alapját döntően az inzulinrezisztencia és a hasnyálmirigy inzulintermelő béta-sejtjeinek diszfunkciója képezi. Ezek az elváltozások jellemzően évekkel megelőzik a kórállapot felfedezését. Az emberi szervezet sejtjeinek kóros, inzulinra kifejtett válasza következtében romlik a glükózfelhasználás, ami kompenzációként fokozott hormontermeléshez vezet. Mindezek következtében nő az inzulin mennyisége a vérben. Amikor a béta-sejtek már kimerülnek a fokozott termelésben, elkezd emelkedni az étkezés utáni vércukorérték, majd később az éhomi¹⁰ is, és megjelennek a cukorbetegsgre jellemző panaszok és tünetek.

A szénhidrátanyagcsere-zavarok spektrumában a normális vércukorértékek és a manifest diabetesz között egy olyan, éveken át húzódó átmeneti tartomány helyezkedik el, amely fokozott kockázatot jelent a T2DM kialakulására. Ezt az állapotot a nemzetközi szakirodalom két fő terminussal írja le: „köztes hiperglikémiás állapot” (intermediate hyperglycaemia) és a gyakrabban használt „prediabetesz”. Ide tartozik az emelkedett éhomi vércukorszint (Impaired Fasting Glucose, IFG), a csökkent glükóztolerancia (Impaired Glucose Tolerance, IGT), valamint ezek együttes fennállása, amelyek diagnosztikai kritériumait a dolgozat egy későbbi fejezetében részletezem.

A hon- és rendvédelmi szervek állományának életkori összetétele és a T2DM előfordulási mintázata alapján ez az a kórkép, amelynek esetében a hatékony megelőzés (prevenció) kiemelkedő jelentőséggel bírhat a munkaalkalmasság hosszú távú megőrzésében.

⁸ A bélmikrobiota az emberi bélrendszerben élő mikroorganizmusok összessége, elsősorban baktériumok, de ide tartoznak vírusok és gombák is.

⁹ TOURKOCHRISTOU 2021

¹⁰ Az éhomi vércukorérték a legalább 8 órás éhezést követően, nyugalmi állapotban meghatározott glükózkoncentrációt nevezzük.

A 2-es típusú cukorbetegség kockázati tényezői

A T2DM kialakulásában — amely a diabéteszes esetek többségét képviseli — meghatározó szerepet játszanak a környezeti tényezők, így különösen a mozgásszegény életmód, az egészségtelen táplálkozás és ezek következményeként kialakuló elhízás, valamint a fokozott stressz és az alváshiány. Mindezek a modern társadalmakra jellemző életmódbeli változásokkal hozhatók összefüggésbe. E tényezők növekvő gyakorisága, valamint a várható élettartam emelkedése magyarázza, hogy a T2DM, mint klasszikus civilizációs betegség globális prevalenciája napjainkban is folyamatos növekedést mutat. A kockázati tényezők átfedést mutatnak a szív- és érrendszeri betegségek (Cardiovascular Disease, CVD) rizikófaktoraival, elsősorban az érlemezsedés (atheroszklerózis)¹¹ felgyorsításán keresztül.

A nem megfelelő étrend — különösen a rostban és növényi eredetű élelmiszerekben szegény étkezés és a cukrozott italok fogyasztása — a kóros szénhidrátanyagcsere-állapoton kívül számos megbetegedés etiológiai tényezője lehet. A fizikai inaktivitás és a túlzott energiabevitel a testsúly kóros mértékű emelkedéséhez, a testtömegindex (Body Mass Index, BMI)¹² növekedéséhez vezethet. A hon- és rendvédelmi állomány esetében a BMI-érték a szolgálati feladatok ellátásához szükséges fokozott izomtömeg miatt túlbecsülheti a túlsúlyos és elhízott kategóriába sorolt egyének arányát.¹³ Az aktuális tápláltsági szint meghatározása ezért kiegészítendő a haskörfogat¹⁴ mérésével is, amely a zsigeri elhízásra enged következtetni és a BMI értékhez képest szorosabb kapcsolatban van a T2DM, illetve az ahhoz kapcsolódó szív- és érrendszeri szövödmények kialakulásával.¹⁵

A testsúlyfelesleg jelenlétének önálló krónikus betegségként való elfogadása mérföldkőnek számít a nemzetközi szakmai diskurzusban.¹⁶ Az elhízást ma már önálló, visszaesésekkel (relapszusokkal) jellemezhető krónikus betegségként definiáljuk, hiszen az nem egyszerűen a testsúly növekedésével, hanem a zsírszövet kóros mennyiségi és minőségi eloszlásának változásaival jellemezhető.¹⁷ Így nem pusztán esztétikai probléma vagy

¹¹ Az érlemezsedés az a folyamat, amely során vérlemezkékből, koleszterinből, kalciumból és más anyagokból álló lerakódások, úgynevezett plakkok alakulnak ki. Ezek az elváltozások az artériák merevségét és szűkületét, végül a véráramlás csökkenését okozzák.

¹² A testtömegindex a kilogrammban kifejezett testtömeg és a méterben megadott testmagasság négyzetének a hányadosa. A 18,5 és 24,9 kg/m² közötti érték normálisnak tekintendő, 25,0–39,9 kg/m² közötti érték esetén túlsúlyról, 30,0 kg/m² felett elhízásról, 40,0 kg/m² felett pedig súlyos elhízásról beszélünk.

¹³ STOJKOVIĆ 2022

¹⁴ A haskörfogat az alsó bordák és a csípőtővis közötti távolság felénél mért távolság. Az érték nők esetén 80 cm felett, férfiak esetén 94 cm felett kóros.

¹⁵ YUMUK 2015; NEELAND 2012

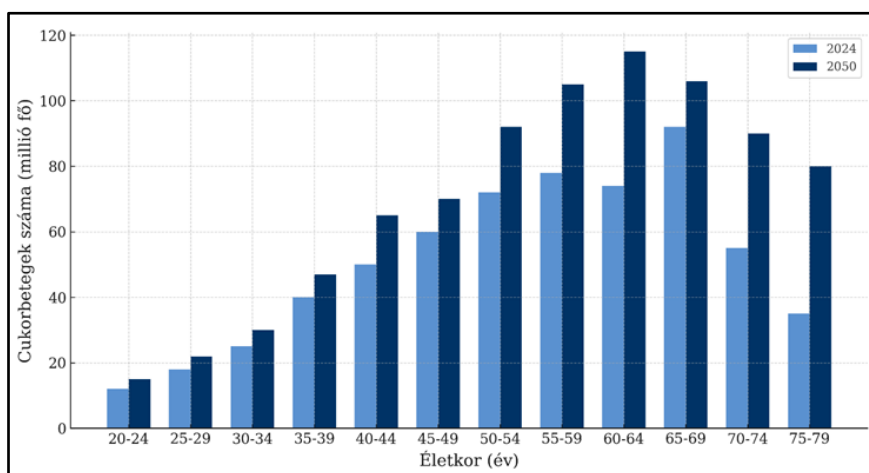
¹⁶ FRYHOFFER 2013

¹⁷ BUSETTO 2024

rizikófaktor, hanem komplex orvosi megközelítést igénylő állapot, amely megfelelő prevenció és terápiás beavatkozásokat igényel. A diabéteszen kívül kapcsolatban áll egyéb olyan kórállapotokkal (például krónikus légzőszervi elváltozásokkal, CVD-vel, alvási apnoéval¹⁸, az ízületek kopásával, bizonyos rosszindulatú daganatok kialakulásával), amelyek hazánkban is fontos népegészségügyi problémát jelentenek, és jelentősen csökkenthetik az egyéni várható élettartamot.¹⁹

Az elhízás globális előfordulása az elmúlt évtizedekben drámaian megnőtt. Az európai katonai populációban végzett vizsgálatok alapján a jelentős testsúlyfelesleg az aktív szolgálatot teljesítő állomány körében is jelentős előfordulási rátát mutat, ami a szolgálatképesség hosszú távú megőrzése szempontjából kiemelt jelentőségű.²⁰ Hasonló tendencia figyelhető meg a rendvédelmi, illetve — országonként eltérő szervezeti besorolás szerint — a hivatásos tűzoltói állomány körében is, ahol a túlsúly és az elhízás gyakorisága több európai vizsgálat alapján magas, és a fizikai terhelhetőség, valamint a szolgálati alkalmasság mellett a T2DM kialakulás szempontjából is releváns kockázati tényezőt jelent.²¹

A betegszám elsősorban az aktív munkavégző korosztályban mutat elsősorban növekedést, amint azt az 1. ábra szemlélteti.



1. ábra: A diabéteszben szenvedők globális száma korcsoportonként (20–79 év) 2024-ben és 2050-ben (Forrás: INTERNATIONAL DIABETES FEDERATION (IDF)²² 2025, Diabetes Atlas²³)

¹⁸ Az obstruktív alvási apnoe alvás közben ismétlődő légzéskimaradásokkal járó kórkép, amely nappali fáradtságot, csökkent koncentrációt és hosszú távon fokozott szív- és érrendszeri kockázatot okoz.

¹⁹ FONTAINE 2003

²⁰ SANDERSON 2014; FAJFROVÁ 2016; SANDERSON 2018; QUERTIER 2022; SCHEIT 2024

²¹ SOARES 2020; ANYŽEWSKA 2022; BOOPRE 2025

²² Az International Diabetes Federation (IDF), magyarul Nemzetközi Diabétesz Szövetség egy szervezet, amelynek egyik legfontosabb tevékenysége a cukorbetegség előfordulásának globális nyomon követése és a megelőzés, valamint a gondozás összehangolt támogatása.

²³ IDF 2025: 45

A diabétesz minden formája előfordulhat bármely életszakaszban, de a T1DM-re inkább a 30–40 éves kor alatti kezdet jellemző, míg a T2DM inkább a későbbi életkor betegsége. Az életkor ez alapján az egyik legfőbb meghatározó tényezője a T2DM kialakulási kockázatának.

A fiatal felnőtt korosztályban (20–29 év) a prevalencia jelenleg alacsony, míg az idősebb korosztályokban a betegszám lényegesen nagyobb, és a közeljövőben további emelkedés várható. Ez hazánk kedvezőtlen demográfiai szerkezete miatt különösen jelentős népegészségügyi kihívást jelent. A Központi Statisztikai Hivatal (KSH) adatai szerint az öregedési index folyamatos növekedést mutat, és 2025-ben elérte a 145,5%-ot, vagyis az időskorú népesség száma már jóval meghaladta a gyerekkorúét.²⁴

A 25 év szolgálat utáni szolgálati nyugdíjba vonulás lehetőségének megszűnése az aktív állomány életkori összetételének érdemi átalakulásához vezetett, amelynek következtében a hon- és rendvédelmi szervezetben folyamatosan növekszik az 50 év feletti korosztály aránya.²⁵ Az életkor előrehaladtával gyakoribbá váló krónikus megbetegedések — köztük a T2DM és annak kockázati tényezői — a szolgálatra jellemző fokozott fizikai és pszichés terheléssel együtt halmozottan jelentkezhetnek. Ez egyrészt egyre nagyobb terhet ró az egészségügyi ellátórendszerre, másrészt a betegség miatt kieső állomány pótlása humán erőforrás-gazdálkodási kihívást jelent, amely közvetlenül befolyásolja a szervezetek működőképességét és feladatellátását. Mindezt tovább erősíti, hogy az állomány döntő többsége a 20–60 év közötti aktív korosztályból kerül ki, amelyben a diabétesz prevalenciája ugyan alacsonyabb, mint az idősebb populációban, de már számottevő, és a szolgálati körülmények — így a fokozott stressz, a váltott műszakrend, a rendszertelen étkezés, valamint a jelentős fizikai és pszichés megterhelés — tovább növelhetik a betegség kialakulásának kockázatát.

A nemek tekintetében a 20–79 éves korosztályban a prevalencia hasonló (nők körében 10,9%, férfiak körében 11,3%), de az IDF becslései szerint 2024-ben globálisan mintegy 9,8 millióval több férfi élt diabéteszszel.²⁶ Mivel a betegség férfiaknál valamivel gyakoribb és hon- és rendvédelmi pályákon a férfiak aránya jelentősen magasabb, a diabétesz jelenlegi és jövőbeni előfordulása ebből a szempontból is szervezeti és műveleti jelentőségű kérdés.

²⁴ „A 65 éves és annál idősebb népesség a 14 éves és annál fiatalabb gyermeknépesség százalékában. Ha nagyobb, mint 100, akkor az időskorú népesség száma meghaladja a gyerekkorú népességét.”; KSH 2025

²⁵ 2011. évi CLXVII. törvény a korhatár előtti öregségi nyugdíjak megszüntetéséről, a korhatár előtti ellátásról és a szolgálati járandóságról

²⁶ IDF 2025: 44

Már évtizedek óta ismert, hogy a szervezet distressz által kiváltott metabolikus reakciói²⁷ is hozzájárulhatnak a T2DM tüneteinek kialakulásához vagy annak progressziójához.²⁸ A gyakran „tanult tehetetlenségként” is nevezett krónikus stressz a modern társadalmak egyik legjelentősebb egészségkárosító tényezője. A hon- és rendvédelmi szervek állományában dolgozók munkájukat nem mindennapi körülmények között végzik, fokozott fizikai megterhelésnek és pszichés stressznek vannak kitéve. A szolgálati feladatok teljesítése során a beavatkozó állomány gyakran testi épségét is kockáztatja és hivatásszerűen az emberélet, illetve az anyagi javak mentését szolgálja. Egyéb tényezők is hozzájárulhatnak a stressz kialakulásához, például ezen szervezetek egyik legfőbb jellegzetessége, a hierarchikus felépítés, amely még békeidőben is potenciális feszültségforrást jelenthet. Az alkalmazottak körében nem ritka az alvászavar, a depresszió, a poszttraumás stressz és a kiégési szindróma előfordulása sem. Hazai adatok alapján a rendvédelmi állomány már fiatal életkorban is jelentős munkahelyi stressznek van kitéve, és a képzés, illetve a szolgálati feladatok együttes terhelése a mentális egészség kedvezőtlenebb mutatóival, valamint gyakoribb dohányzással és alkoholfogyasztással társul.²⁹ A krónikus stresszhez kapcsolódó kedvezőtlen megküzdési stratégiák az egészségkárosító magatartások szélesebb spektrumában — az illegális pszichoaktív szerek használatában — is megjelenhetnek.³⁰

Prospektív vizsgálatok eredményeit összegző metaanalízis szerint a rövidebb alvásidő dózis–válasz összefüggést mutat a T2DM kialakulásának kockázatával; a szokásos alvásidőhöz képest minden egyes órával rövidebb alvás esetén a T2DM relatív kockázata megközelítőleg 9%-kal emelkedik.³¹ A műszakos munkavégzés önálló rizikótényezője a T2DM-nek, amely a nappali munkarendhez képest mintegy 10%-kal magasabb relatív kockázattal társul, feltehetően a cirkadián ritmus és az alvás–ébredés-ciklus tartós zavara révén.³² Ennek a rizikófaktornak az előfordulása a hon- és rendvédelmi alkalmazottaknál szintén magas, hiszen a fiziológiás bioritmust megzavaró alvásmegvonás, az éjszakai illetve váltott műszak ezen dolgozók munkavégzésének rendszeres és elkerülhetetlen velejárója. Az ADA és az Európai Diabétesz Társaság (European Association for the Study of Diabetes, EASD) legfrissebb

²⁷ A distressz olyan tartós fizikai vagy pszichés megterhelés — például tartósan fokozott koncentrációt igénylő szolgálat, alváshiány vagy készenléti állapot —, amely a szervezet stresszhormonjainak tartós emelkedéséhez vezethet. Ezek a hormonális változások hosszabb távon kedvezőtlenül befolyásolhatják a vércukor-szabályozást és fokozhatják az inzulinrezisztenciát.

²⁸ GUILLEMIN, 1979; HACKETT – STEPHOE, 2017

²⁹ BORBÉLY 2019

³⁰ ERDŐS 2022

³¹ SHAN, 2015

³² GAO 2020

ajánlása szerint a megfelelő mennyiségű és minőségű alvás ugyanolyan fontos a prediabétesz és a T2DM kezelésében, mint a táplálkozás vagy a testmozgás. Az ideális alvásidő a 6–8 óra, és ha az rendszeresen rövidebb vagy a 9 óránál hosszabb, akár 50%-kal is nőhet a szénhidrátanyagcsere-zavar progressziója.³³ A megfelelő mennyiségű és minőségű alvás ellenére a késői lefekvés 2,5-szeresére növelheti a diabéteszkockázatot.³⁴

A dohányzás önálló kockázati tényezőként társul a T2DM kialakulásának fokozott kockázatához. Az inzulinrezisztencia fokozásán és az anyagcsere-folyamatok kedvezőtlen befolyásolásán keresztül közvetetten rontja a szénhidrát- és zsíryanycserét, valamint elősegíti a szövődmények kialakulását. A krónikus alkoholfogyasztás szintén a T2DM potenciális kockázati tényezője, hiszen az alkohol inzulinrezisztenciát okoz és rontja a hasnyálmirigy inzulintermelő sejtjeinek a funkcióját.³⁵ A kockázati magatartások halmozódása hosszú távon nemcsak a metabolikus egészség, hanem a munkaképesség szempontjából is releváns tényező.

A nem módosítható kockázati tényezők közül kiemelendő a genetikai hajlam és a családi halmozódás szerepe, amely önmagában is növeli a T2DM kialakulásának valószínűségét, és az életmódi rizikófaktorokkal együtt hatva tovább fokozza a kockázatot.

A T2DM és a CVD kockázati tényezői jelentős átfedést mutatnak. A dohányzás, a túlzott alkoholfogyasztás, a fizikai inaktivitás, az egészségtelen táplálkozás és következményeként kialakult elhízás magasvérnyomás-betegséghez és anyagcserezavarokhoz vezethet. Mindezek az érlemeszesedés folyamatát felgyorsítják.

Speciális foglalkozási csoportokban a kockázati tényezők halmozottan jelentkezhetnek. Az amerikai, Afganisztánban és Irakban szolgált veterán nők körében végzett, 2014-ben publikált vizsgálatban az átlagpopulációhoz képest a terhességi diabétesz — a T2DM előhírnökeként — gyakoribb előfordulását igazolták. Ezt a korábbi katonai szolgálattal összefüggő tartós mentális stressznek, valamint a mozgásszervi elváltozások miatti csökkent fizikai aktivitás következtében kialakuló elhízásnak tulajdonították.³⁶ Általában jellemző, hogy a T2DM rizikófaktorai a hon- és rendvédelmi állomány körében nem izoláltan, hanem egymást erősítő módon vannak jelen, ami indokoltá teszi a több kockázati tényezőt egyidejűleg célzó komplex prevenciós és szűrési stratégiák alkalmazását.

³³ DAVIES 2022

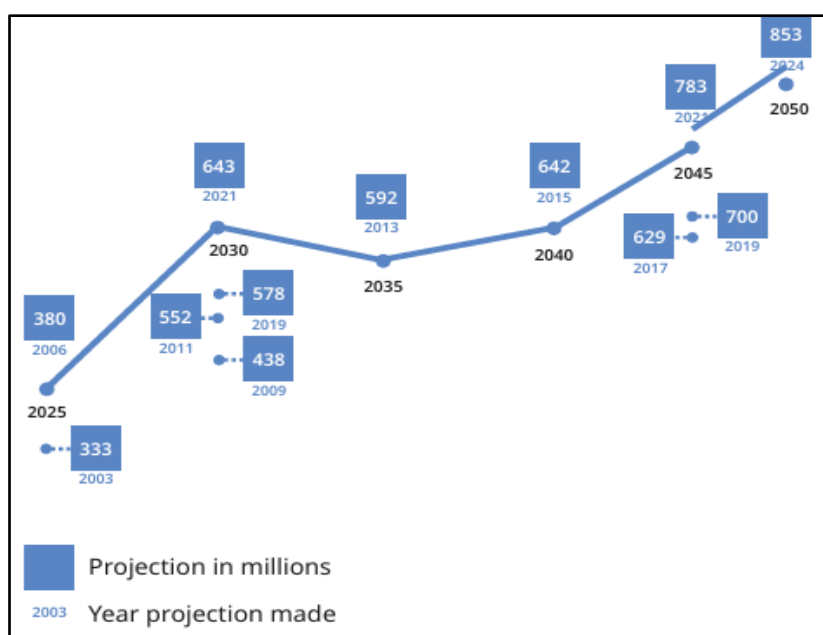
³⁴ MERIKANTO 2013

³⁵ KIM – KIM, 2012

³⁶ KATON 2014

A diabétesz epidemiológiája

A diabétesz epidemiológiájának vizsgálatakor meghatározó jelentőségű a nemzetközi és hazai adatok részletezése és összevetése. Az IDF rendszeresen publikálja a Diabetes Atlas című kiadványát, amely jelenleg a legátfogóbb nemzetközi adatforrás a diabétesz előfordulásáról, jellemzőiről és jövőbeli alakulásáról. A tizedik (2021) és a tizenegyedik (2025) kiadás különösen értékes információkat tartalmaznak a várható trendek becsléséhez.³⁷ A legfrissebb adatok alapján a betegek száma 2024-ben globálisan elérte az 589 milliót, ami a vizsgálat 20–79 éves korcsoport 11,1%-os prevalenciájának felelt meg. A cukorbetegség globális prevalenciájának időbeli alakulását és a jövőre vonatkozó előrejelzéseket a 2. ábra szemlélteti.



2. ábra: A diabétesz globális prevalenciájának előrejelzése a 20–79 éves korosztályban, 2025–2050 között
Megjegyzés: Az ábrán kék színnel került jelölésre a prognózis készítésének éve és az adott évre vonatkozó globális betegszám becslés.

(Forrás: IDF 2025, Diabetes Atlas³⁸)

Az IDF korábbi előrejelzéseire képest a tényleges adatok rendre magasabb értékeket mutattak, ami arra utal, hogy a globális diabétesz-prevalenciát hosszú ideig alulbecsülték. A legfrissebb prognózisok alapján a növekedés a jövőben is folytatódik, és 2050-re a diabéteszben élők száma várhatóan eléri az 853 millió főt, amely a 20–79 éves populáció körében 13,0%-os prevalenciát jelenthet.

A kórmegelőző állapotok előfordulása is világszerte növekvő tendenciát mutat. A legfrissebb adatok szerint 2024-ben a 20–79 éves korosztályban az IFG prevalenciája 9,2%, az IGT prevalenciája 12% volt. A prognózisok alapján 2050-re mindkét állapot további

³⁷ IDF 2021; IDF 2025

³⁸ IDF 2025: 9

növekedése várható. A diabétesz, a T1DM, az IFG és az IGT globális előfordulásának 2024-re vonatkozó becsléseit, valamint a diabétesz és a prediabétesz 2050-re prognosztizált gyakoriságát az 1. táblázat foglalja össze.

Év	2024	2050
Világ teljes népessége (fő)	8,1 milliárd	9,7 milliárd
20–79 éves korosztály létszáma (fő)	5,3 milliárd	6,6 milliárd
20–79 éves diabéteszben szenvedők száma (fő)	588,7 millió	852,5 millió
20–79 éves diabéteszben szenvedők prevalenciája (%)	11,1	13,0
T1DM -ben szenvedők száma (összes korcsoport) (fő)	9,2 millió	adat nem áll rendelkezésre
20–79 éves, IGT-ben szenvedők száma (fő)	634,8 millió	846,5 millió
20–79 éves IGT-ben szenvedők prevalenciája (%)	12,0	12,9
20–79 éves IFG-ben szenvedők száma (fő)	487,7 millió	647,5 millió
20–79 éves IFG-ben szenvedők prevalenciája (%)	9,2	9,8

1. táblázat: A diabétesz, a T1DM, az IFG és az IGT globális előfordulása 2024-ben, valamint a diabétesz és a prediabétesz 2050-re prognosztizált gyakorisága

Megjegyzés: T1DM – 1-es típusú diabétesz; IFG – emelkedett éhomi vércukorszint (Impaired Fasting Glucose); IGT – csökkent glükóztolerancia (Impaired Glucose Tolerance).

(Forrás: IDF 2025: Diabetes Atlas alapján³⁹ a szerző fordítása és saját szerkesztése.)

A világ népessége a következő 25 évben várhatóan mintegy 25%-kal növekszik. Ugyanezen időszakban a diabéteszben szenvedők számának emelkedése az előrejelzések szerint eléri a 45%-ot. Ez arra utal, hogy a cukorbetegség terjedése nem pusztán a népességnövekedés következménye, hanem döntően a modern életmóddal összefüggő kockázati tényezők — az elhízás, a fizikai inaktivitás és a társadalmak előregedése — kumulatív hatásának eredménye.

Magyarországon nemzeti diabéteszregiszter hiányában a cukorbetegség prevalenciájának becslésére elsősorban a Nemzeti Egészségbiztosítási Alapkezelő (NEAK) — korábban Országos Egészségbiztosítási Pénztár (OEP) — adatbázisa, illetve az IDF adatai szolgálnak alapul. Ezek alapján hazánkban 2024-ben a 20–79 éves korosztályban mintegy 765 ezer diabéteszben szenvedő egyén élt. Ha beleszámoljuk a fel nem ismert eseteket is, akkor a

³⁹ IDF 2025: 43

valódi diabétesz populáció 1,4–1,5 millió nagyságú lehet.⁴⁰ A nemzetközi összehasonlítás céljából az életkorhoz igazított prevalencia alkalmazása indokolt, amelynek értéke 2024-ben Magyarországon 8,3%, míg a nyers prevalencia 10,1%-os volt.⁴¹ Ez utóbbi elsősorban a kedvezőtlen demográfiai struktúrával magyarázható. Az adatok alapján hazánk a diabétesz előfordulása tekintetében inkább a nemzetközi középmezőnybe sorolható.⁴²

A prediabetesz prevalenciájára vonatkozóan Magyarországon jelenleg csak heterogén, módszertanukban és a vizsgált populáció tekintetében eltérő, így országosan nem reprezentatív adatok állnak rendelkezésünkre. Egy 2010-ben, a 20–69 éves korosztályban végzett országos vizsgálat szerint az IFG prevalenciája 4,39% volt.⁴³ A háziorvosi praxisokban egy 2013-ban végzett keresztmetszeti felmérésben a résztvevők 27,1%-ánál igazolódott valamilyen szénhidrátanyagcsere-zavar, ezen belül az IFG aránya 7,1%, az IGT 14,2%, míg az IFG és IGT együttes fennállása 3,3% volt, és gyakoriságuk az életkor előrehaladtával nőtt.⁴⁴ Nemzetközi összehasonlításban a prediabetesszel kapcsolatos magyarországi prevalencia adatok inkább az európai átlag alsó – középső tartományába sorolhatók, azonban az előfordulás jövőben várható emelkedése komoly közegészségügyi terhet róhat az egészségügyi ellátórendszerre.

A diabétesz szövődményei és társbetegségei

A diabétesz potenciálisan életveszélyt jelentő akut szövődményei a vércukorszint hirtelen változásával kapcsolatosak. A vér magas glükózkoncentrációja (hiperglikémia) a szervezet sav–bázis egyensúlyának felborulásával, metabolikus acidózis kialakulásával (diabéteszes ketoacidózis⁴⁵), valamint a víz- és ionháztartás zavarával (hiperozmoláris állapot⁴⁶) is járhat.

Az alacsony vércukorszint (hipoglikémia) esetén a szervezetben relatív vagy abszolút inzulin-többlet alakul ki, ami a diabétesz kezelésére használatos gyógyszeres terápia — elsősorban inzulin — mellékhatásaként lép fel. A hipoglikémia kialakulásának oka lehet a kezelés melletti, nem megfelelő szénhidráttartalmú étel fogyasztása, valamint a fokozott fizikai

⁴⁰ MOLNÁR 2022: 155

⁴¹ A nyers prevalencia adat azt mutatja meg, hogy az adott populációban mennyi a diabéteszesek aránya a kor szerinti különbségek korrekciója nélkül — ezért az érték nagymértékben függ a populáció életkori szerkezetétől és idősebb társadalmakban eleve magasabb.

⁴² IDF 2025: 104-106

⁴³ JERMENDY 2010

⁴⁴ WINKLER 2013

⁴⁵ A diabéteszes ketoacidózis egy súlyos, életveszélyes állapot, amely akkor alakul ki, amikor az inzulin hiánya miatt a szervezet nem tudja felhasználni a glükózt energiaként, ezért zsírokat bont le, és ennek következtében savas anyagok halmozódnak fel a vérben.

⁴⁶ A hiperozmoláris állapot a rendkívül magas vércukorszint következtében kialakuló súlyos kiszáradással és tudatzavarral járó akut anyagcsere-állapot.

munkavégzéshez társuló megnövekedett glükózfelhasználás. További kiváltó tényező lehet a túlzott alkoholfogyasztás következtében mérséklődő májeredetű glükóztermelés.⁴⁷ A vércukorszint bizonyos érték alá csökkenése panaszokat okoz, ezért a tünetek jelentkezése után időben meg kell kezdeni a hipoglikémia elhárítását, ami szénhidrát szájon át való bejuttatását jelenti. Ha ez késik vagy elmarad, akkor a beteg percekben belül olyan állapotba kerülhet, amelyből csak külső segítséggel tartható fenn az életfunkciók stabilitása.

A cukorbetegség különböző típusai esetén általánosan jellemző, hogy a hon- és rendvédelmi szolgálatra jellemző kiszámíthatatlan életmód és az intenzív fizikai igénybevétel a szénhidrátanyagcsere fokozott labilitásához vezethet. Ez az anyagcsere-instabilitás növeli az akut szövődmények kialakulásának kockázatát, amely potenciálisan életveszélyes helyzeteket eredményezhet, és korlátozhatja az aktív szolgálatteljesítést. A műveleti területek sajátosságai — így a rendszertelen étkezés, az alvásmegvonás és a napi ritmus felborulása — nemcsak a manifest diabétesz fennállása mellett, hanem enyhébb, a cukorbetegség diagnosztikus kritériumait el nem érő szénhidrátanyagcsere-zavarok fennállásakor is jelentősen megnehezítik az életmód-terápia kivitelezését. Emellett szűkítik a gyógyszeres kezelés és az önmenedzselés lehetőségeit is. Mindezek a tényezők fokozottan érvényesülnek nemzetközi missziós környezetben, ahol a tengerentúli utazás, a többszörös időzónaváltás, az extrém klimatikus és terepviszonyok, valamint az esetenként korlátozott egészségügyi infrastruktúra tovább növelik az anyagcsere-labilitás mértékét.⁴⁸

A T2DM kialakulásának alapját képező inzulinrezisztencia a célszövetek — elsősorban a máj, a vázizomzat és a zsírszövet — inzulinhatásra adott biológiai válaszában károsodásaként definiálható. Metabolikus következményei közé tartoznak a kóros vérzsírszintek, a szérumban magasabb húgysavszintje, a fokozott gyulladásos aktivitás, az erek belső felszínét borító réteg (endothel) diszfunkciója és a fokozott vérrögképződésre hajlamos protrombotikus állapot. Ezek végső soron a metabolikus szindróma⁴⁹, a nem alkoholos zsírmájbetegség és a T2DM kialakulásához és annak szövődményeihez vezethetnek.⁵⁰

A hosszú távú (krónikus) szövődmények alapvetően az érrendszer károsodását jelentik, s ezek rövidebb vagy hosszabb idő alatt visszafordíthatatlan szervi diszfunkcióhoz

⁴⁷ KERÉNYI 2002

⁴⁸ FOLARON 2018

⁴⁹ A metabolikus szindróma egymással összefüggő anyagcsere-eltérések együttese, amelyet hasra lokalizálódó elhízás, inzulinrezisztencia, emelkedett vércukorszint, kóros vérzsírszintek és magas vérnyomás jellemez, és amely jelentősen növeli a 2-es típusú cukorbetegség és a szív- és érrendszeri betegségek kockázatát.

⁵⁰ FREEMAN 2023

korcsoportban a globális halálozások 9,3%-át tette ki. A diabéteszhez köthető halálozások közel 40%-a a munkavégzés szempontjából legaktívabb életkorban lévő (20–59 éves) felnőttek körében következett be, ami ebben a korosztályban minden tizedik halálesetért felelt.⁵⁵ Korábbi vizsgálatok alapján a CVD miatti halálozás rizikója T2DM fennállása esetén megduplázódik.⁵⁶ Ez a megnövekedett mortalitási kockázat diabéteszben nem magyarázható teljes mértékben a hagyományos szív- és érrendszeri kockázati tényezőkkel.⁵⁷ A genetikai háttér, az inzulinrezisztencia és a kezelés mellett jelentkező kórosan alacsony vércukorérték is szerepet játszik abban.⁵⁸

A diabétesz elsősorban a szövődmények kialakulásával határozza meg a beteg sorsát; rontja az életminőséget, munkaképesség-csökkenést és rokkantságot okoz, illetve megrövidíti az élettartamot. A komplikációk nemcsak egyéni kihíváshoz vezetnek, hanem gazdasági és társadalmi szempontból is jelentős terhet jelentenek. Az alapbetegség és a krónikus szövődmények tartós gondozása, a gyógyszeres és eszközös kezelés, valamint a szükségessé váló beavatkozások költségigénye magas. A betegséghez társuló funkcionális romlás és munkaképesség-csökkenés jövedelemkiesést, a termelékenység visszaesését és a munkaerőpiaci részvétel csökkenését eredményezheti. Mindez az egyén mellett a munkáltató és az ellátórendszer számára is számottevő következményekkel jár.⁵⁹

A hon- és rendvédelmi szervek esetében a diabétesz szövődményeinek terhe fokozott jelentőségű, mivel azok – akár átmenetileg, akár tartósan – korlátozhatják a fizikai terhelhetőséget, a reakcióidőt és a kognitív teljesítményt, így közvetlenül érinthetik a szolgálati alkalmasságot. A speciális feladatkörökben dolgozók betegség miatti kiesése a szervezeti működés szempontjából különösen érzékeny, mivel a pótlás gyakran célzott képzettséget és jogosultságokat igényel. A helyettesítés pedig rövid távon is többletterhelést és humán erőforrás-gazdálkodási kihívásokat okozhat.

A diabétesz tünetei, enyhébb következményei szintén befolyásolhatják a munkavégzést és a munkaalkalmasságot. A vércukorszint-ingadozásához társuló átmeneti látászavar szolgálati környezetben a biztonságos fegyverhasználatot közvetlenül veszélyeztetheti. Hasonlóképpen, a diabéteszes láb hátterében álló idegrendszeri- és érkárosodás következtében

⁵⁵ IDF 2025: 59

⁵⁶ PREIS 2005; GREGG 2012

⁵⁷ A szív- és érrendszeri betegségek hagyományos rizikótényezői közé tartozik a cukorbetegségen kívül az elhízás, a fizikai inaktivitás, az idősebb életkor, a férfi nem, a családi előfordulás, a dohányzás, a túlzott alkohol fogyasztás, a magasvérnyomás-betegség, a kóros vérsír értékek és a krónikus stressz.

⁵⁸ YUN 2021

⁵⁹ HEVESI 2024i

kialakuló alsó végtagi érzészavar, illetve a bőrfekélyek megjelenése a szolgálati bakancs viselését fájdalmassá, adott esetben kivitelezhetetlenné teheti, és a tartós terhelhetőséget érdemben csökkentheti. Az idegrendszeri károsodás további tünetei — például az éjszakai órákban jelentkező lábzsibbadás vagy égő jellegű fájdalom — a pihentető alvást rontják, ami másnap figyelemcsökkenéssel, reakcióidő-romlással és teljesítménycsökkenéssel járhat.

A KSH adatai szerint Magyarországon évente több tízezer főnél kerül sor a megváltozott munkaképesség megállapítására, és a 2012-ben bevezetett minősítési rendszer alapján az érintettek jelentős része nem munkaképtelen lett, hanem részlegesen csökkent terhelhetőségű állapotba kerül.⁶⁰ Ez a védelmi szektor szempontjából kiemelt jelentőségű, mivel a szolgálati alkalmasság nem bináris kategória, hanem a fizikai terhelhetőség, a reakcióképesség és az adaptációs kapacitás összessége. A részlegesen csökkent munkaképesség a szolgálati beosztások körének szűküléséhez, az egyéni bevethetőség csökkenéséhez és a humán erőforrás-tervezés nehezebbé válásához vezethet.

A diabéteszes szövődmények jelentősége a hon- és rendvédelmi állomány esetében túlmutat a nyilvántartott megbetegedési és halálozási adatok értelmezésén. Szolgálat-specifikus kockázati tényezőként is értelmezhetők, mivel közvetlen hatással vannak a fizikai és kognitív teljesítőképességre, a terhelhetőségre és a hosszú távú szolgálatképességre. Mindez indokoltá teszi a korai felismerésre, a célzott prevencióra és a komplex kockázatcsökkentésre épülő szemléletet, amely nemcsak az egyéni egészségmegőrzést, hanem az állomány működőképességének fenntartását is szolgálja.

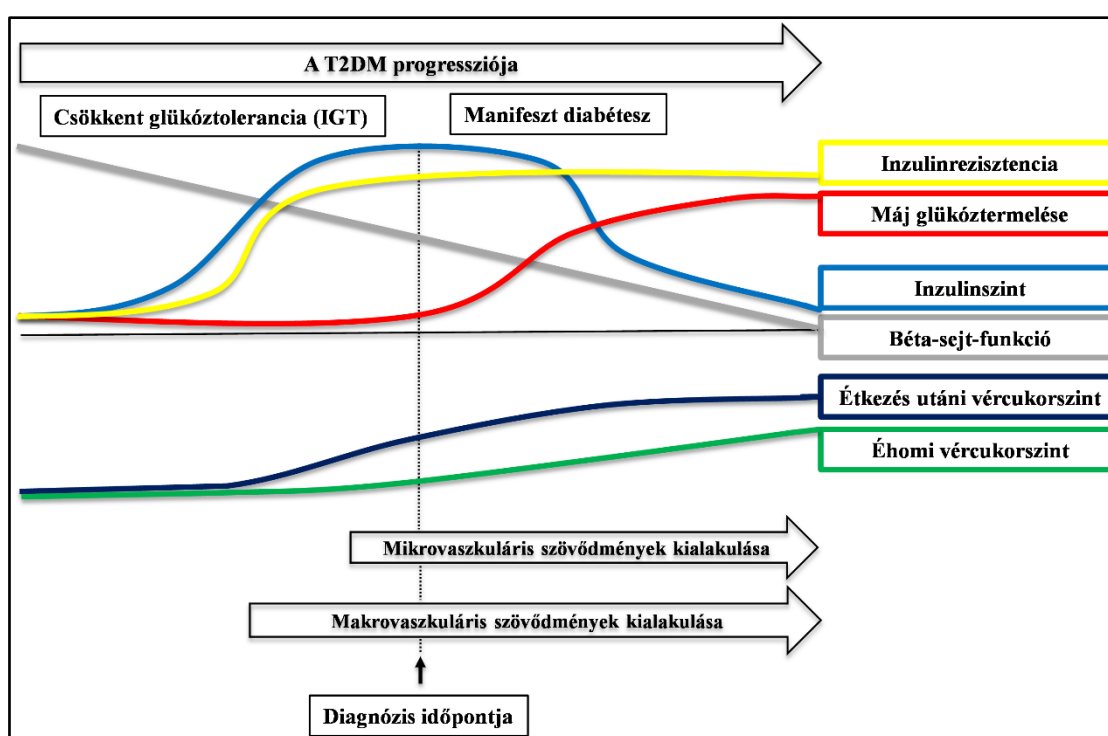
A 2-es típusú cukorbetegség megelőzésének és korai felismerésének patofiziológiai alapjai

A T2DM kialakulása hosszú, gyakran tünetmentes időszakon keresztül zajló folyamat, amelyet kezdetben az inzulinrezisztencia dominanciája, majd a hasnyálmirigy inzulintermelő béta-sejtjeinek fokozatos funkcióvesztése jellemez. A T2DM kialakulásának korai szakaszát — a korábban részletezett patofiziológiai folyamatoknak megfelelően — az inzulinrezisztencia talaján kialakuló, kompenzatórikus hiperinzulinémia jellemzi, amely éveken keresztül képes fenntartani a normoglikémia látszatát. Ebben az időszakban az étkezést követő vércukorszint-emelkedés már megjelenhet, míg az éhomi hiperglikémia rendszerint csak később válik kimutathatóvá. Ezzel párhuzamosan az érszövődmények patofiziológiai alapjai már a klinikai

⁶⁰ KSH 2024

felismerést megelőző fázisban kialakulhatnak.⁶¹ A szénhidrátanyagcsere-zavar így hosszú ideig tünetmentes, klinikailag még nem manifeszt formában zajlik, miközben a funkcionális teljesítőképességet már kedvezőtlenül befolyásolhatja. A korai objektív jelek — mint például a nagyobb szénhidrátmennyiség elfogyasztását követő emelkedett vércukorérték és később már az éhomi érték emelkedése is — lehetőséget adnak a szénhidrátanyagcsere-zavar korai azonosítására és a célzott beavatkozások megkezdésére még a manifeszt cukorbetegség kialakulása előtt.

A 3. ábra a 2-es típusú diabétesz progresszióját és a fő patofiziológiai folyamatok, valamint a glikémiás eltérések és szövődmények időbeli kapcsolatát szemlélteti.



3. ábra: A 2-es típusú diabétesz kialakulása és progressziója a fő anyagcserefolyamatok és a szövődmények kialakulásának időbeli összefüggéseiben

Megjegyzés: Konceptcionális ábra, amely a T2DM természetes lefolyását szemlélteti. Az ábra nem kvantitatív adatokat, hanem a patofiziológiai folyamatok időbeli egymáshoz viszonyított alakulását mutatja.

(Forrás: RAMLO-HALSTED – EDELMAN 1999; az eredeti ábra alapján a szerző módosította, magyar nyelvre adaptálta és szerkesztette.)

A diabétesz megelőzése és korai felismerése nemcsak egyéni, hanem a munkaerő-képesség csökkenése és az ellátórendszer terhelése révén társadalmi és nemzetbiztonsági szempontból is jelentőséggel bír, különösen a hon- és rendvédelmi szervek esetében.⁶²

⁶¹ DANAEI 2006; SINGHT 2013

⁶² HEVESI 2024i

A diagnosztizálatlan cukorbetegség klinikai jelentősége

A diagnosztizálatlan cukorbetegséggel élő egyének száma jelentős: a 20–79 éves korosztályban 2024-ben 251,7 millió volt, ami az ismert diabétessel élő felnőttek számának 42,8%-át tette ki.⁶³ Magyarország mutatói a nemzetközi átlaghoz képest kedvezőbbek a nemzetközi átlagnál, a hazai becslés egy 2006-ban végzett, országos reprezentatív szűrővizsgálat eredménye, amely az éhomi vércukorérték laboratóriumi meghatározására támaszkodott.⁶⁴

A klinikai gyakorlatban a szénhidrátanyagcsere-zavar felismerése gyakran a betegség előrehaladott stádiumában történik, nem ritkán már manifeszt szövődmények fennállásakor. Fontos kiemelni, hogy a CVD kialakulásának kockázata már prediabéteszben, valamint a fel nem ismert diabétesz esetén is szignifikánsan emelkedett.⁶⁵

A diagnosztizálatlan cukorbetegség a hon- és rendvédelmi állomány esetében különösen nagy jelentőséggel bír, mivel a tünetmentes szénhidrátanyagcsere-zavar fennállása mellett az érintettek teljes fizikai és pszichés terhelésnek lehetnek kitéve. A fel nem ismert hiperglikémia, a vércukorszint-ingadozások és az anyagcsere-instabilitás kedvezőtlenül befolyásolhatják a terhelhetőséget, a reakcióidőt és a döntéshozatali képességet, ami szolgálati környezetben fokozott kockázatot jelent.

A cukorbetegség kockázatalapú szűrésének lehetősége

A diabétesz jellegzetes tünetei és panaszai — mint például a fokozott szomjúságérzés, szájszárazság, fáradékonyság, testsúlycsökkenés, bőrön kialakuló gyulladásos elváltozások — T1DM esetén gyakrabban jelentkeznek és felismerhetők. Azonban T2DM-ben mindezek hiányozhatnak, a diagnózis felállítása emiatt gyakran késik.

Katonai populációk vizsgálata alapján feltételezhető, hogy a prediabétesz aluldiagnosztizáltsága miatt a kockázatalapú szűrés erősítése célzott prevenció nyereséget hozhat.⁶⁶ A T2DM és kórmegelőző állapotainak korai felismerése érdekében a szűrővizsgálatok alkalmazása rizikóalapú megközelítést igényel. A szénhidrátanyagcsere-zavar szűrővizsgálatára használatos eljárás a terheléses vércukorvizsgálat (orális glükóztolerancia-teszt, OGTT), amely során a vizsgált személy 75 g glükózt tartalmazó oldatot

⁶³ IDF 2025: 50

⁶⁴ JERMENDY– WITTMAN 2022

⁶⁵ SHAH 2015, HUANG 2016; MAI 2021

⁶⁶ CLUTTER 2024

fogyaszt el, és bizonyos időpontokban vérvétel történik a szérumban a glükózkoncentrációjának meghatározása céljából. A vizsgálat elvégzésére vonatkozó klinikai ajánlások egyértelműen meghatározzák az alkalmazás feltételeit, és az előírásoknak megfelelően kivitelezett vizsgálat lehetővé teszi a fennálló szénhidrátanyagcsere-zavar időben történő felismerését. Az eredmények alapján nemcsak a definitív cukorbetegség időben történő megállapítása válik lehetővé, hanem a betegséget megelőző kórállapotok (IFG, IGT vagy ezek együttes fennállása) is azonosíthatók.

A 2. táblázat összefoglalja azokat a főbb kockázati tényezőket, amelyek fennállása esetén a szűrés elvégzése indokolt az általános populációban, valamint bemutatja a javasolt szűrési gyakoriságot az egyes csoportokban.

Kockázati tényező	Szűrővizsgálat gyakorisága
Életkor ≥ 45 év	mindenki szűrendő, negatív esetben 3 évente ismétlődő
Terhességi diabétesz és szülést követő negatív OGTT után	1-2 évente
Prediabétesz	évente
Életkor < 45 év, de BMI ≥ 25 kg/m ² és legalább egy az alábbiak közül • elsőfokú rokon diabéteszes • fennáll ateroszklerotikus érbetegség • magasvérnyomás-betegség • kóros vérzsírszintek • policisztás ovarium szindróma vagy BMI ≥ 40 kg/m ²	3 évente

2. táblázat: A 2-es típusú diabétesz és kórmegelőző állapotainak szűrésére vonatkozó kockázati tényezők és javasolt szűrési gyakoriság

Megjegyzés: A szűrővizsgálatok gyakoriságára vonatkozó ajánlások negatív eredmény esetén érvényesek. A policisztás ovarium szindróma fiatal nőknél jelentkező hormonális és anyagcsere-eltérésekkel járó állapot, amelyhez fokozott inzulinrezisztencia és emelkedett T2DM kockázat társulhat. Rövidítések: BMI — testtömegindex (Body Mass Index); OGTT — orális glükóztolerancia-teszt.

(Forrás: Az érvényben lévő magyar szakmai irányelv⁶⁷ alapján a szerző saját szerkesztése.)

Az utóbbi években a diagnózis felállításához a standard laboratóriumi módszerrel történt hemoglobin A1c (HbA1c)⁶⁸ érték meghatározását is használjuk. Ez az érték az elmúlt 8-12 hét vércukorértékeinek átlagos vércukorszintjére utal. A szénhidrátanyagcsere-állapotot jellemző paraméterként való alkalmazásának korlátját képezik bizonyos genetikai variációk és

⁶⁷ Az érvényben lévő magyar szakmai irányelv, 2023: 1210

⁶⁸ A HbA1c érték a vörösvérsejtben található, a vér oxigén- és széndioxid-szállításában szerepet játszó hemoglobin molekulák azon százalékát mutatja, amelyekhez glükóz molekula kötődik. A vörösvérsejtek élettartamából adódóan ez az arány függ az elmúlt 90–120 nap átlagos vércukorértékétől.

azok az állapotok, amelyek befolyásolják a vörösvérsejtek képződését, élettartamát vagy számát. A szénhidrátanyagcsere-zavar megnevezése az OGTT vércukorszint eredmények és a HbA1c érték függvényében a 3. táblázatban látható.

	Normál szénhidrátanyagcsere	Prediabétesz		T2DM
		IFG	IGT	
OGTT vizsgálat éhomi vércukorértéke (mmol/L)	≤ 6,0	6,1–6,9	≤ 6,0	≥ 7,0
OGTT vizsgálat 120 perces vércukorértéke (mmol/L)	< 7,8	< 7,8	7,8–11,0	≥ 11,1
HbA1c érték (%)	< 5,6	5,7–6,4		≥ 6,5

3. táblázat: A szénhidrátanyagcsere-zavarok diagnosztikai kritériumai a World Health Organization (WHO) és ADA ajánlások alapján

Megjegyzés: Az IFG és IGT kategóriák az OGTT során mért éhomi, illetve 120 perces vércukorértékek alapján kerülnek meghatározásra; a HbA1c-alapú prediabétesz nem különíthető el IFG és IGT szerint.
Rövidítések: OGTT — orális glükóztolerancia-teszt; IFG — Impaired Fasting Glucose; IGT — Impaired Glucose Tolerance; T2DM — 2-es típusú diabetes mellitus.

(Forrás: WHO és ADA ajánlásai⁶⁹ alapján a szerző saját szerkesztése)

Prospektív követéses vizsgálatok igazolták, hogy a prediabéteszben szenvedő egyének körülbelül 5–10%-ánál évente, 25–40%-uknál 5–10 éven belül megfigyelhető a szénhidrátanyagcsere-zavar T2DM-be való progressziója.⁷⁰ A korai azonosítás és a minél korábban megkezdett intenzív anyagcsere-kontroll hosszú távon is meghatározhatja a szövődménykockázatot („legacy effect”, más néven glikémiás memória).⁷¹ Ez a jelenség a célzott szűrés és a korai beavatkozás jelentőségét különösen megerősíti a munkaképesség szempontjából kritikus populációkban.

A szűrővizsgálatok alkalmazása a hon- és rendvédelmi állomány körében nem kizárólag diagnosztikai jelentőséggel bír, hanem alapvető prevenciós eszköz is. A T2DM kialakulására nagy rizikófaktorral rendelkező egyének felismerése, a prediabétesz korai azonosítása lehetőséget teremt célzott életmód- és terápiás beavatkozásokra még a manifeszt cukorbetegség kialakulása előtt. A hatékony beavatkozás hozzájárul a későbbi szövődmények megelőzéséhez, a fizikai és kognitív teljesítőképesség fenntartásához, valamint a hosszú távú szolgálatképesség megőrzéséhez. A hon- és rendvédelmi szerveknél mindez fokozott jelentőségű, mivel a

⁶⁹ WHO 2006 – ADA 2019

⁷⁰ TABÁK 2012

⁷¹ CHALMER – COOPER 2008

speciális feladatkörökben a betegség miatti átmeneti vagy tartós kiesés pótlása célzott képzettséget igényel, és rövidtávon is humánerőforrás-tervezési kihívásokat okozhat.

A megelőzés hatékony eszköze célzott szűrővizsgálat lehet, mellyel az egyén bizonyos betegségre való hajlamát határozhatjuk meg. Az ismert rizikófaktorok megszüntetésével vagy kezelésével pedig megakadályozhatjuk vagy késleltethetjük annak kialakulását. A jelenleg érvényben lévő, a felnőtt diabéteszes betegek gondozásának szakmai ajánlása alapján a T2DM szűrővizsgálatára populációs szinten is javasolható a FINDRISC kérdőív magyar verziójának használata annak egyszerűsége, költséghatékonysága és nemzetközileg validált jellege miatt.⁷² A FINDRISC kérdőív magyar változatát és annak értékelését az 1. melléklet tartalmazza. Ezt a tesztet egy finn kutatócsoport fejlesztette ki a 2000-es évek elején, több mint tízezer finn felnőtt 10 éves megfigyelésével, amely során a T2DM kialakulásának tényezőit vizsgálták. A zárt kérdőív pár perc alatt kitölthető, és olyan kulcsfontosságú kockázati tényezőkre kérdez rá, mint az életkor, a testtömegindex, a derékkörfogat, a fizikai aktivitás, az étrend, a magasvérnyomás-betegség jelenléte, valamint a diabétesz családi előfordulása. A különböző kérdésekre adott válaszok pontszámokat jelentenek, amelyek végösszege meghatározza a T2DM kialakulásának kockázatát a következő 10 évben. A 12 vagy afeletti pontértékeket mutató egyének körében a szakmai ajánlások alapján OGTT végzése javasolt.⁷³ Annak ellenére, hogy a FINDRISC kérdőívet európai populációra fejlesztették ki, a vizsgálati eredmények arra utalnak, hogy más, például amerikai felnőtt populációban is megfelelően alkalmazható.⁷⁴ A kérdőív széleskörű alkalmazhatósága lehetővé teszi, hogy nemcsak az egészségügyi ellátó rendszerekben, hanem közösségi programokban és munkahelyi szűrővizsgálatok során is felhasználható legyen.⁷⁵ A kérdőív több online felületen is elérhető, és orvosi közreműködés nélkül is kitölthető.

A rendelkezésre álló szakirodalmi adatok alapján a hon- és rendvédelmi állományban alkalmazott diabétesz-szűrés sajátos módszertani kihívásokat vet fel, mivel a szolgálati terheléshez és életmódhoz társuló glikémiás eltérések egy része a hagyományos, időszakos vizsgálatok során rejtve maradhat. Ez indokolja olyan, egymásra épülő kockázatbecslési és diagnosztikai megközelítések alkalmazását és tudományos értékelését, amelyek alkalmasak a klinikailag még nem manifestált szénhidrátanyagcsere-zavarok azonosítására.

⁷² Érvényben lévő magyar szakmai irányelv 2023: 1209

⁷³ Érvényben lévő magyar szakmai irányelv 2023: 1209

⁷⁴ ZHANG 2014

⁷⁵ WINKLER 2010

A diabétesz prevenciójának és terápiás menedzsmentjének alapelvei és eszközei

A tudomány mai állása szerint a T1DM nem gyógyítható kórkép, és az életben maradáshoz élethosszig tartó inzulinpótlást igényel. A betegség korai felismerésével, rendszeres diabetológiai gondozás mellett végzett, egyénre szabott inzulinterápiával és megfelelő életmóddal a betegek teljes értékű életet élhetnek.

A T2DM esetén van lehetőség hatékony prevencióra. A prediabétesz stádiumban ennek a leghatékonyabb eszköze az életmód-terápia, amely elsősorban a személyre szabott táplálkozást és a rendszeres fizikai aktivitást foglalja magában. Bár gyógyszeres prevencióként metformin hatóanyag is alkalmazható, a T2DM incidenciájának mérséklésében az életmód-intervenció hatása kedvezőbb.⁷⁶

A közelmúltban a T2DM és a prediabétesz terápiás menedzsmentjében paradigmaváltás történt. A kezelés hagyományos célja a vércukorértékek elfogadható tartományban tartása volt. Mára világossá vált, hogy a cél a beteg életminőségének megőrzése, a szövődmények kialakulásának elkerülése, illetve a krónikus szövődmények megjelenésének késleltetése. Ennek ma már egyik eszköze a megfelelő glikémiás kontroll biztosítása, amelyhez szükség van a beteg élethosszig tartó speciális vércukorszint-csökkentő kezelésére és diabetológiai gondozására. A kezelési stratégia szerves részét képezi a testsúly optimalizálása, a szív- és érrendszeri kockázati tényezők csökkentése, a társbetegségek — különösen a magasvérnyomás-betegség és a kóros vérzsírértékek — célzott kezelése, valamint a kialakult szövődmények gondozása. Mindez a beteg értelmi, fizikai és szociális állapotát is figyelembe vevő holisztikus és személyközpontú megközelítést igényel az egészségügyi ellátórendszer részéről.⁷⁷ A hon- és rendvédelmi állomány esetében a hosszú távú szolgálatképesség, a fizikai terhelhetőség és a bevetethetőség megőrzése is kiemelt terápiás célnak tekintendő.

A diabétesz prevenciója és terápiás menedzsmentje komplex életmódbeli tényezőkön alapul, amelyek közül a táplálkozás kiemelt szerepet játszik. Az alacsony glikémiás indexű⁷⁸, teljes értékű, minimális feldolgozott élelmiszerekre épülő étrend hozzájárul a glikémiás kontroll javításához, az inzulinérzékenység fokozásához és a megfelelő testtömeg fenntartásához, miközben csökkenti a hosszú távú szív- és érrendszeri kockázatot.⁷⁹ A túlsúly és az elhízás előfordulása a Magyar Honvédség állományában is régóta ismert és vizsgált

⁷⁶ KNOWLER 2002

⁷⁷ DAVIES 2022

⁷⁸ A glikémiás index azt fejezi ki, hogy egy adott élelmiszer szénhidráttartalma milyen gyorsan és milyen mértékben emeli meg a vércukorszintet a tiszta glükózhoz viszonyítva.

⁷⁹ EVERT 2019

probléma, amely a szolgálatképesség fenntartása szempontjából intézményi szinten is stratégiai jelentőséggel bír. A hazai tapasztalatok alapján a mozgásterápia és az életmód-intervenciók alkalmazása került előtérbe, mivel ezek egyszerre támogatják a fizikai teljesítőképesség megőrzését és a T2DM-hez kapcsolódó metabolikus kockázatok csökkentését.⁸⁰ A rendszeres aerob testmozgás mérhetően javíthatja a szénhidrátanyagcserét és a kardiometabolikus fitnesset⁸¹, ami szolgálati populációban a terhelhetőség szempontjából különösen releváns.⁸² Már mérsékelt, de tartós fizikai aktivitásnövelés is klinikailag értelmezhető előnnyel járhat; populációs adatok alapján a napi lépésszám — például napi 4000-ről napi 8000-re — emelkedése alacsonyabb mortalitással társul.⁸³

Elhízással társuló T2DM-ben a kezelés alapvető eleme a testsúlycsökkentés, mivel a megfelelő súlymenedzsment nemcsak a betegség progresszióját lassíthatja, hanem bizonyos esetekben remissziót⁸⁴ is eredményezhet.⁸⁵ Vizsgálatok igazolják, hogy már 5%-os testsúlycsökkenés javítja a glikémiás kontrollt, és csökkenti a gyógyszerigényt, míg a 10% feletti fogyás kifejezettebb anyagcsere-előnyökkel és magasabb remissziós eséllyel jár.⁸⁶ A súlycsökkentés az inzulinrezisztencia mérséklése és a hormontermelő béta-sejt-terhelésének csökkentése révén a betegség alapjául szolgáló patofiziológiai folyamatokat is kedvezően befolyásolja. A testsúlycsökkentés strukturált életmódprogramokkal, korszerű antidiabetikus terápiával és azok hatástalansága esetén bariátriai sebészeti beavatkozásokkal⁸⁷ érhető el.

Epidemiológiai adatok és klinikai vizsgálatok egyaránt igazolják a szív- és érrendszeri, vese és anyagcsere betegségek jelentős átfedését, amely közös rizikófaktorokon és patofiziológiai mechanizmusokon alapul.⁸⁸ A T2DM gyógyszeres kezelésében a hatóanyagok széles választéka áll rendelkezésünkre. Ezek különféle mechanizmusokkal — többek között az inzulintermelés serkentésén, a vizelettel való cukorürítés fokozásán, a szénhidrát bélből történő felszívódásának gátlásán keresztül — képesek csökkenteni a vércukorszintet. Mellékhatás-

⁸⁰ NOVÁK 2016

⁸¹ A kardiometabolikus fitness a szív- és érrendszer, valamint az anyagcsere működési állapotát jelző összefoglaló fogalom, amely a fizikai terhelhetőséggel, az inzulinérzékenységgel és a kardiovaszkuláris kockázattal áll összefüggésben.

⁸² NAJAFIPOUR 2017

⁸³ SAINT-MAURICE 2020

⁸⁴ A remisszió gyógyszeres kezelés nélkül legalább 3 hónapig fennálló normoglikémiát jelent.

⁸⁵ DAVIES 2022

⁸⁶ GARVEY 2016

⁸⁷ A bariátriai sebészeti beavatkozások az elhízás kezelésére alkalmazott műtéti eljárások gyűjtőneve, amelyek célja a testsúly tartós csökkentése és az anyagcsere-paraméterek javítása.

⁸⁸ Ezen összefüggések felismerésére az American Heart Association (AHA) bevezette a szív- és érrendszeri (cardiovascular) – krónikus vesebetegség (kidney) – metabolikus szindróma (CKM) fogalmát, amely egységes keretbe foglalja a CVD, a krónikus vesebetegség és a T2DM kölcsönhatásait, és különösen releváns a kockázatalapú, korai prevenció és a komplex rizikócsökkentési stratégiák szempontjából. ADA 2023; AHA 2023

profiljuk, alkalmazási módjuk (tabletta, injekció) és költségeik is eltérőek. Ennek megfelelően a szakmai ajánlások különféle megfontolandó körülményeket jelölnek meg, amelyek megkönnyítik az adott esetben előnyösebb hatásmechanizmussal rendelkező gyógyszercsoport(ok) kiválasztását.⁸⁹ A T2DM progresszív természetéből adódóan az idő előrehaladtával fokozatosan csökken a szervezet endogén inzulintermelő kapacitása, ami rövidebb vagy hosszabb távon az inzulinkezelés bevezetésének szükségességéhez vezethet. E folyamat ma már bizonyos vércukorszint-csökkentő hatóanyagcsoportok alkalmazásával késleltethető.

A katonai állomány körében végzett diabétesz-megelőzési programok nemzetközi tapasztalatai alátámasztják a szervezett, kockázatalapú szűrés és az arra épülő életmód-intervenciók hatékonyságát. Erre jó példát szolgáltat az Amerikai Egyesült Államok Légierénél 2017-ben elindított Group Lifestyle Balance nevű egyéves, strukturált életmódprogram. A vizsgálatot több légibázison tesztelték aktív és veterán katonákon a családtagjaik bevonásával. A program célja nem csupán a testsúlycsökkentés és a glikémiás kockázat mérséklése volt, hanem a hosszú távon fenntartható, szokássá váló életmódbeli változások kialakítása.⁹⁰ Az ilyen típusú beavatkozások különösen hatékonyak, hiszen az egyéni motivációt és az egészségügyi ellátórendszerrel való együttműködést a szociális — elsősorban családi — háttér alapvetően befolyásolja.

A rendelkezésre álló szakirodalom alapján egyértelmű, hogy a diabétesz prevenciója és terápiás menedzsmentje csak akkor lehet hatékony, ha a beavatkozások a betegség korai, gyakran még tünetmentes szakaszában megkezdődnek. Ez különösen hangsúlyos azokban a populációkban, ahol a fizikai és pszichés terhelés magas, és a szénhidrátanyagcsere-zavar klinikai manifesztációja késhet. Ennek megfelelően a hangsúly napjainkban egyre inkább a kockázatalapú kiválasztásra, a korai felismerést támogató szűrési stratégiákra és azok célzott alkalmazására helyeződik.

A cukorbetegség melletti szolgálati egészségügyi alkalmasság jogszabályi keretei a hon- és rendvédelmi állományban

A hon- és rendvédelmi szervek állományának szolgálati alkalmasságát Magyarországon részletes és többszintű jogszabályi környezet szabályozza, amely az egészségi, pszichikai és

⁸⁹ Érvényben lévő magyar szakmai irányelv 2023: 1209

⁹⁰ BEDI 2017

fizikai alkalmasság együttes értékelésére épül, figyelembe véve az egyes szervezetek feladatrendszeréből adódó sajátosságokat. A hon- és rendvédelmi oktatási intézményekben történő felvétel alkalmassági vizsgálatában a cukorbetegség — különösen az inzulinkezelést igénylő vagy instabil anyagcserével járó formák — egészségügyi alkalmatlanság megállapítását eredményezik. Ezt a gyakorlatot a hatályos honvédelmi miniszteri rendeletek az egészségi alkalmasság szempontjain keresztül közvetetten támogatják, bár a jogszabály szó szerint nem fogalmaz meg egyetlen diabétesz-specifikus kizáró okot sem.

A katonai szolgálatra vonatkozó egészségügyi alkalmassági követelményeket 2024-től új szabályozási keret határozza meg, amely egy közel egy évtizeden át hatályban lévő rendeletet váltott fel. Az új szabályozás korszerűsített formában rögzíti az egészségi, pszichikai és fizikai alkalmasság feltételrendszerét.⁹¹ A korábbi szabályozás szemlélete alapvetően normatív és kategorizáló jellegű volt; a diabétesz formáit a betegség súlyossága, a kezelési mód és a szövődmények jelenléte alapján osztályozta. A besorolás a kizárólag diétával kezelhető, jó általános állapotú formáktól a nagy mennyiségű inzulint igénylő, labilis anyagcsere-állapotú és érszövődeményekkel járó diabéteszig terjedt. A szabályozás értelmében a cukorbetegség fennállása szerződéses és hivatásos állományba vétel, valamint külföldi szolgálat vállalása esetén — a betegség súlyosságától függetlenül — egészségügyi alkalmatlanság megállapítását eredményezte. A már állományban lévő személyek esetében az alkalmasság megítélése a szövődmények súlyosságának figyelembevételével történt. A rendelet egyik sajátos és a metabolikus kockázatok szempontjából különösen jelentős eleme a testalkati alkalmasság részletes szabályozása. A rendelet mellékleteiben rögzíti a minimálisan és maximálisan ajánlott testtömeget korosztályonként, a testmagasság függvényében, továbbá meghatározza az életkorhoz igazított ajánlott BMI-tartományokat és az ajánlott testzsírszázalék-értékeket. E paraméterek célja nem csupán a fizikai alkalmasság megítélése, hanem a hosszú távú egészségkárosodás és szolgálatkiesés megelőzése is. A Honvéd Testalkati Program keretében a rendelet intézményes formában jeleníti meg a testösszetétel és a tápláltsági állapot monitorozását, amely különösen releváns a túlsúly, az elhízás és az ezekkel összefüggő metabolikus betegségek — így a T2DM — megelőzése szempontjából. Ugyanakkor a szabályozás elsősorban statikus határértékekre épült, és kevésbé reflektált az izomtömeg miatti BMI-torzulásra, illetve a zsigeri elhízás és a metabolikus kockázat közötti összefüggésekre.

⁹¹ 10/1015. (VII. 30.) HM rendelet a katonai szolgálatra való egészségi, pszichikai és fizikai alkalmasságról, valamint a felülvizsgálati eljárásról; 9/2024. (VI. 28.) HM rendelet a hivatásos és a szerződéses katonai szolgálatra való egészségi, pszichikai és fizikai alkalmassági követelmények és ellenőrzésük keretszabályairól

A 2024-ben hatályba lépett új alkalmassági szabályozás rugalmasabb keretrendszert hozott. A rendelet szemléletében elmozdulás figyelhető meg a korábbi, normatív és kategorizáló megközelítéstől az egyéni állapotértékelés és a funkcionális terhelhetőség hangsúlyosabb figyelembevételére irányába. A szolgálati alkalmasság megítélése így nem csupán diagnosztikai jelentőségű, hanem az anyagcsere stabilitásához, a kezelhetőséghez és a szolgálat-ellátásra gyakorolt tényleges hatáshoz kapcsolódik. Az inzulinnal kezelt diabétesz, valamint a szélsőséges testtömeggel járó állapotok — így a súlyos elhízás ($BMI > 40 \text{ kg/m}^2$) — egészségügyi alkalmatlanságot eredményeznek, azonban a rendelet az utóbbit nem végleges kizáró okként kezeli. Ez a megközelítés lehetőséget teremt az állapotváltozás figyelembevételére, a célzott beavatkozásokra és a felülvizsgálatra, összhangban a krónikus betegségek és a testalkati eltérések dinamikus jellegével.

A rendvédelmi szervek állományának egészségi alkalmasságát — így különösen a rendőrség, a katasztrófavédelem és a hivatásos tűzoltóság személyi állományát — a belügyminiszter irányítása alatt álló szervekre vonatkozó jogszabályi környezet szabályozza. Ennek alapját a 45/2020. (XII. 16.) Belügyminisztériumi (BM) rendelet képezi, amely egységes keretrendszerben határozza meg az egészségi, pszichikai és fizikai alkalmasság vizsgálatának rendjét.⁹² A rendőrség esetében az alkalmazás részletszabályait a 35/2020. (XII. 23.) Országos Rendőr-főkapitányság (ORFK) utasítás konkretizálja, amely az egyes szolgálati beosztásokhoz kapcsolódó alkalmassági követelményeket és az eljárásrend gyakorlati elemeit is rögzíti. A szabályozás közös jellemzője, hogy az alkalmasság megítélését a szolgálati feladatok biztonságos ellátásához szükséges fizikai és kognitív terhelhetőség oldaláról közelíti meg, különös tekintettel a fegyveres, beavatkozó és életmentéssel járó feladatkörökre.

A diabétesz megítélése a rendvédelmi alkalmassági rendszerben alapvetően kockázatalapú szemléletet tükröz. A jogszabályok nem kizárólag a diagnózis fennállását, hanem a betegség kezelési módját, stabilitását és a szolgálat-ellátást potenciálisan veszélyeztető kockázatokkal veszik figyelembe. Az inzulinnal kezelt diabétesz — különösen a hipoglikémiás események kockázata miatt — egyes szolgálati beosztásokban egészségügyi alkalmatlanságot eredményezhet, elsősorban azokban a feladatkörökben, amelyek fokozott fizikai igénybevétellel, fegyverhasználattal, járművezetéssel vagy azonnali döntéshozatali

⁹² 45/2020. (XII. 16.) BM rendelet a belügyminiszter irányítása alatt álló egyes rendvédelmi feladatokat ellátó szerveknél foglalkoztatott hivatásos állomány és rendvédelmi igazgatási alkalmazotti állomány alkalmasságvizsgálatáról; 35/2020. (XII. 23.) ORFK utasítás a Rendőrség állományának alkalmasságvizsgálatáról

képességgel járnak. A szövődményekkel járó diabétesz önállóan is az alkalmasság korlátozását vagy kizárását vonhatja maga után, amennyiben a funkcionális teljesítőképességet csökkenti.

A szabályozás ugyanakkor differenciált megközelítést alkalmaz a már állományban lévő személyek esetében. A szövődménymentes, stabil anyagcsere-állapotban lévő, nem inzulinnal kezelt diabétesz fennállása önmagában nem feltétlenül vezet automatikus alkalmatlansághoz, hanem a beosztás jellegétől, a szolgálati terheléstől és az egyéni kockázati profiltól függően kerül megítélésre. Az ORFK utasítása hangsúlyozza a rendszeres kontrollvizsgálatok, a dokumentált anyagcsere-stabilitás és a hipoglikémia-felismerési készség jelentőségét, ami a diabétesz dinamikus jellegének jogszabályi elismerését tükrözi.

A diabétesz krónikus, ugyanakkor dinamikus változó lefolyása indokoltá teszi, hogy az egészségügyi alkalmasság megítélése során ne kizárólag a diagnózis ténye, hanem az anyagcsere stabilitása, a kezelhetőség és a funkcionális terhelhetőség is hangsúlyt kapjon.

A folyamatos szöveti glükóz-monitorozó rendszerek működési elve

A diabétesz sikeres kezelésében rendkívül nagy hangsúlyt kap az önmenedzselés és azon belül a vércukorérték rendszeres ellenőrzése. Az ujjbegyszúrással nyert vérből történő önellenőrzés (self-monitoring of blood glucose, SMBG) lehetővé teszi az anyagcsere-állapot objektív megítélését és az akut szövődmények megelőzését. A kapilláris vércukormérések időzítése a terápiától függően a főétkezésekhez és az éjszakai időszakhoz is igazodhat, az adatok digitális feldolgozása pedig támogatja a kezelőszemélyzet döntéshozatalát. Az SMBG jelentős korlátja a túvel történő vérmintához jutás, valamint az eszköz- és időigény. Ez utóbbi különösen éjszaka jelentkező, illetve tünetekkel és panaszokkal nem járó hipoglikémia esetén bír jelentőséggel, mivel a késlekedés a súlyos, akár eszméletvesztéssel járó állapot kockázatát növeli.

A folyamatos szöveti glükóz-monitorozó rendszer (Continuous Glucose Monitoring System, CGMS) — köznapi nyelven szenzortechnológia, vagy pontatlanul vércukor-monitorozásként említve — azt követően terjedt el a klinikumban, hogy 1999-ben az Egyesült Államok Élelmiszer- és Gyógyszerügyi Hivatala (Food and Drug Administration, FDA) az első készüléket jóváhagyta klinikai alkalmazásra.⁹³ A technikát Magyarországon 2020-tól egyre

⁹³ HIRSCH 2018

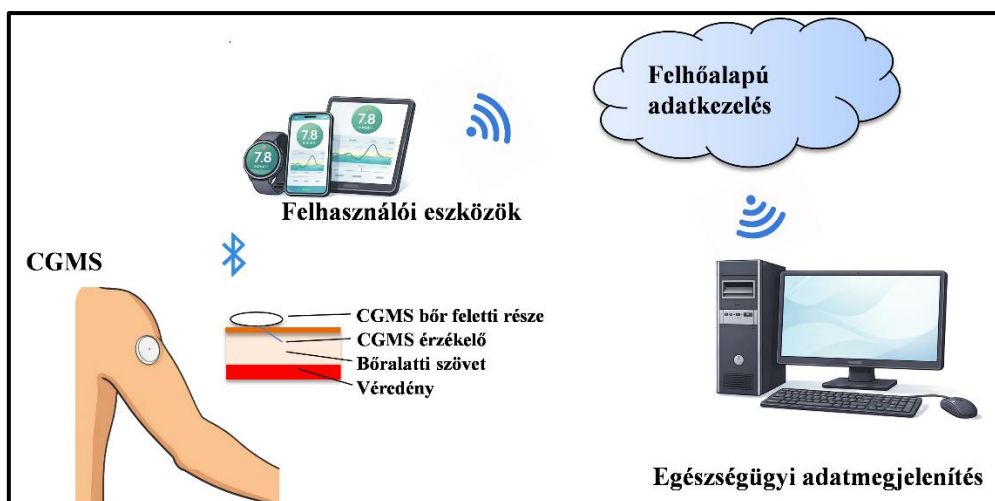
szélesebb körben alkalmazzuk, miután 2020. január 1-jével bizonyos feltételek mellett, T1DM-ben társadalombiztosítási támogatást kapott.⁹⁴

A kezdetben elérhető rendszerek „vak” szenzorok voltak és csak pár napig működtek. Az általuk mért értékek csak a használat után, letöltést követően váltak hozzáférhetővé. Később megjelentek az adatokat intermittálóan (időszakosan) szolgáltató flash szenzorok (intermittently scanned/viewed CGMS, isCGMS). A klinikumban ma használt rendszerek az érzékelő által mért glükózkonzentrációt már valós időben mutatják az alkalmazott elektronikai készülék applikációjában (real-time use CGMS, rtCGMS).

A CGMS-rendszerek működési elve hasonló. Az érzékelő egységet, illetve annak érzékelő szálát applikátor segítségével lehet elhelyezni a has vagy a felkar bőr alatti szövetrétegébe. Az érzékelő szál egy elektróda, amely a szövetközi folyadék glükózkonzentrációját detektálja. A mérés alapja a glükóz-oxidáz enzim által katalizált redoxireakció, amely elektronfelszabadulással és -áramlással jár. Az így keletkező áramerősség nagysága arányos a glükózkonzentrációval.⁹⁵ A behelyezett érzékelő rész bőr feletti részéhez kell csatlakoztatni a kompatibilis távadót (transzmittert), ami egyrészt tápegységként szolgál, másrészt az észlelt elektromos jelet átalakítja és Bluetooth kapcsolattal a rendszer részeként használt elektronikai készülékhez továbbítja. Ez utóbbi általában a beteg okostelefonja, ritkábban okosórája vagy táblagépe, amelyen egy applikációban megjelenik a mért szöveti glükózkonzentráció mmol/L vagy mg/dL mértékegységben. Ez az eszköz internetkapcsolaton keresztül feltölti az adatokat a felhőalapú rendszerbe. A mért értékek másik fél (egészségügyi személyzet, családtag) számára is valós időben elérhetők, és a felhőalapú tárolás révén internetkapcsolattal bármikor lehívhatók. Ma már elérhetőek olyan CGMS is, amelyeknél az érzékelő és a jeladó egybeépített egységet alkot és használat után eldobandó. A szenzor által mért glükózzadatok Bluetooth- és internetalapú továbbításának folyamata, valamint azok felhasználói és egészségügyi megjelenítése 4. ábrán követhető nyomon.

⁹⁴ HEVESI 2023

⁹⁵ JOUBERT 2019



4. ábra: A folyamatos szöveti glükóz-monitorozó rendszerek működési elve és az adatáramlás
(Forrás: szerző saját szerkesztése.)

Magyarországon a társadalombiztosítási támogatással elérhető CGMS-típustól függően 2 vagy 5 percenként közvetítik a glükózkoncentrációt, ez napi 1440 vagy 288 szöveti glükózkoncentrációs adatot jelent. Ezekből a rendszer több, a szénhidrátanyagcserét jellemző paramétert is rendelkezésre bocsát, amelyeket összefoglaló riport (Ambulatory Glucose Profile, AGP) formájában meg is jelenít. Ezek a paraméterek hosszabb-rövidebb időtartamokban is vizsgálhatók, és segítségükkel összehasonlítható a különböző időszakok glikémiás kontrollja.

Az AGP riportban szereplő paraméterek a következők:⁹⁶

- szenzorhasználat: CGMS-használata a vizsgált időtartam százalékában;
- átlagos glükózérték: CGMS-glükózadatainak átlaga;
- variációs együttható (Coefficient of Variation, CGMS-CV): eltérés az átlagos glükózértéktől, az értékek százalékos változékonysága;
- vércukor-kezelési mutató vagy glükóz menedzsment indikátor (Glucose Management Indicator, GMI): az átlagos glükózértékből számított vércukor-kezelési mutató paraméter;
- céltartomány feletti vércukorértékekkel eltöltött időtartam a teljes időtartam százalékában (Time Above Range, TAR): ez két további tartományra osztható, a 10,1 és 13,9 mmol/L közötti (beleértve a két szélsőértéket) és a 13,9 mmol/L felettire;

⁹⁶ Részletesen lásd: HEVESI 2024ii

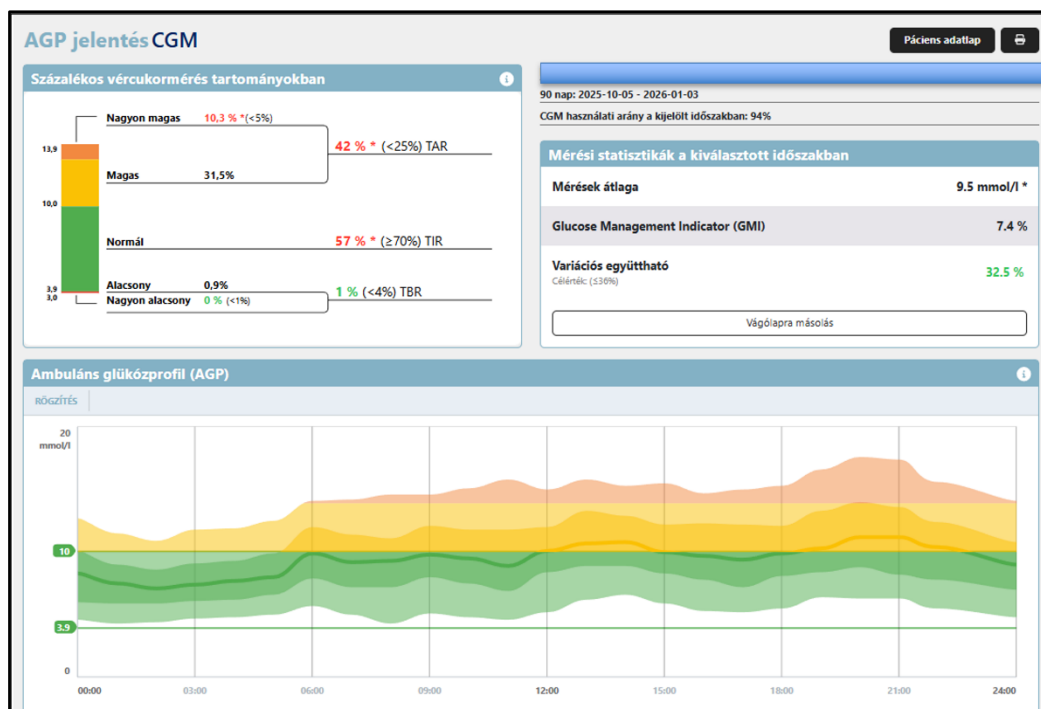
- céltartományban lévő vércukorértékekkel eltöltött időtartam a teljes időtartam százalékában (Time In Range, TIR): a 3,9 és 10,0 mmol/L közötti (beleértve a szélsőértékeket);
- céltartomány alatti vércukorértékekkel eltöltött időtartam a teljes időtartam százalékában (Time Below Range, TBR): ez további két tartományra osztható, a 3,0–4,0 mmol/L közötti és a 3,0 mmol/L alattira.

A paraméterek közül a GMI érték a HbA1c értékkel korrelál, a vizsgált időszak glikémiás kontrolljára utal. A CGMS-CV érték az anyagcsere stabilitását mutatja, hiszen minél magasabb (36% felett), annál nagyobb kilengést mutatnak a szöveti glükózkoncentráció értékek, és annál labilisabb az anyagcsere. A TBR érték alapján vizsgált időszak hipoglikémiás epizódjainak gyakoriságára tudunk következtetni. A diabétesz felnőttkori diagnosztikájáról, kezeléséről és gondozásáról szóló, jelenleg érvényben lévő szakmai protokoll a standardizált vércukortartományok százalékos megoszlására javaslatot ad.⁹⁷ Tekintettel arra, hogy a szénhidrátanyagcsere-célértékeket egyénre szabottan kell meghatározni, az idősebb vagy esendőbb betegeknél a cél a megengedőbb anyagcsere-paraméterek elérése. A hagyományosan alkalmazott HbA1c nem képes a folyamatos szöveti glükóz-monitorozással feltárt glikémiás ingadozások, valamint a hipo- és hiperglikémiában eltöltött idő megfelelő jellemzésére. Ennek megfelelően egy nemzetközi szakmai konszenzus a CGMS-alapú, klinikailag releváns kimenetek standardizált alkalmazását javasolja a glikémiás kontroll átfogó értékelése érdekében.⁹⁸

Az 5. ábra szemléltetés céljából egy inzulininterápia melletti AGP-jelentést mutat be; annak klinikai értelmezése — nem esettanulmányként, hanem módszertani illusztrációként — az értekezés 2. mellékletében kerül részletezésre.

⁹⁷ Érvényben lévő magyar szakmai irányelv 2023: 1203

⁹⁸ AGIOSTRATIDOU 2017: 1624



5. ábra: A szenoradatok alapján készült összefoglaló riport

Megjegyzés: Az ábra a DiabManag felületen generált AGP jelentést mutatja be a Sibionics GS1 CGMS adatai alapján. A személyazonosításra alkalmas adatokat (név, születési dátum) adatvédelmi okokból a szerző kitakarta.

Rövidítés: AGP — Ambulatory Glucose Profile; CGMS — Continuous Glucose Monitoring.

(Forrás: DiabManag platform.)

A glikémiás variabilitás napjainkban a szénhidrátanyagcsere jellemzésének önálló és klinikailag releváns dimenziójává vált, mivel a vércukorértékek ingadozása a HbA1c-től független információt hordoz a metabolikus stabilitásról és a szövődménykockázatról.⁹⁹ A variabilitás jellemzésére a CGMS adatokból további mutatók is származtathatók, amelyek közül a legszélesebb körben alkalmazható mutató a Mean Amplitude of Glycemic Excursions (MAGE) érték. E paraméter a glikémiás kilengések átlagos amplitúdóját fejezi ki, vagyis azt mutatja meg, hogy az adott időszakban a klinikailag jelentős glükóz-emelkedések és -csökkenések átlagosan mekkora mértékűek. Számítása során a csúcs-völgy glükózingadozások közül csak azok vannak figyelembe véve, amelyek amplitúdója meghaladja a vizsgált időszak glükózértékeinek standard deviációját.¹⁰⁰ Így a mutató kifejezetten a nagyobb amplitúdójú ingadozásokra érzékeny. Ennek megfelelően a MAGE nem az átlagos glikémiás kontrollt, hanem a vércukorszint-szabályozás stabilitását tükrözi. Emelkedett MAGE-érték labilis anyagcsere-állapotr utalhat akkor is, ha a HbA1c vagy az átlagos glükózérték önmagában elfogadható tartományban van. A szakirodalom alapján jelenleg a MAGE-érték elsősorban kutatási és kiegészítő értékelési célokra használatos.¹⁰¹

⁹⁹ KOVATCHEV 2019

¹⁰⁰ SERVICE 1970

¹⁰¹ YAPANIS 2022

A CGMS sajátossága, hogy nem a vér glükózkonzentrációját, hanem a szövetközi folyadékter (intersticiális folyadék) glükózsintjét méri. A szövetközi glükózkonzentráció fiziológias körülmények között szoros összefüggést mutat a vércukorszinttel, azonban a két tér között időbeli eltérés figyelhető meg, különösen gyors glükózváltozások esetén.¹⁰² A vérből a szövetközi térbe történő glükózáramlás diffúziós folyamat eredménye, amelynek következtében a CGMS által mért értékek néhány perces késéssel követik a vércukorszint változásait. Ez az időbeli eltérés általában 5–10 perc, de gyorsan emelkedő vagy csökkenő vércukorszint esetén ennél nagyobb is lehet, különösen hipoglikémia kialakulásakor vagy intenzív fizikai terhelés során.¹⁰³ A jelenség klinikai jelentősége abban áll, hogy a CGMS által mutatott glükózértékek nem tekinthetők a vércukorszint azonnali megfelelőjének, hanem annak késleltetett leképezéseként értelmezendők. Ennek megfelelően a CGMS-adatok klinikai interpretációja során figyelembe kell venni a glükózváltozás irányát és sebességét is, amelyet az applikációban megjelenő trendnyilak és a glükózgörbe lefutása szemléltet. A modern CGMS algoritmusai ezt a fiziológias késést prediktív modellezéssel részben kompenzálják, azonban a „lag time”¹⁰⁴ teljes mértékben nem küszöbölhető ki.¹⁰⁵

Az utóbbi néhány évben a folyamatos szöveti glükóz-monitorozás egyre inkább kulcsfontosságú szerepet játszik az inzulinnal kezelt diabéteszben szenvedő betegek önmenedzselésében. Bár a technikát elsősorban az inzulinnal kezelt betegek használják, a közelmúltban több vizsgálat foglalkozott szélesebb körű alkalmazásának lehetőségeivel. Kedvező eredmények születtek a T1DM preklinikai állapotának azonosításában, a nem inzulinnal kezelt T2DM-ben szenvedők optimális terápiájának kiválasztásában, továbbá a klinikai vizsgálatok kimeneti mutatóinak meghatározásában.¹⁰⁶ Prediabéteszben a CGMS különösen hasznos lehet, mert a hagyományos, pontszerű mérésekhez képest jobban láthatóvá teszi a rejtett glikémiás eltéréseket — például az étkezés utáni hiperglikémiás csúcsértékeket.¹⁰⁷ Több szerző hangsúlyozza, hogy a glikémiás variabilitás növekedése, valamint a normoglikémiás tartományon kívül eltöltött idő már a prediabétesz stádiumában kimutatható.¹⁰⁸

¹⁰² THORSEN 2017

¹⁰³ ADA 2024

¹⁰⁴ A „lag time” a vér glükózkonzentrációjának változása és a szövetközi folyadékban mérhető glükózsint változása közötti időbeli eltérést jelenti.

¹⁰⁵ BATTELINO 2019

¹⁰⁶ DOVC 2025

¹⁰⁷ LIU – ZHANG 2024

¹⁰⁸ LAZAR 2024

A CGMS és az inzulinadagoló technológia integrálásával egyre jobban megközelíthető a hasnyálmirigy fiziológiás inzulintermelő működése. Az újabb generációs, úgynevezett „okospumpák” esetében a bázisinzulin adagolása már automatizált módon, a valós idejű glükózértékekhez igazítva történik, míg az étkezésekhez szükséges inzulin beadása továbbra is a felhasználó által vezérelt. E hibrid zárt hurkú (Advanced Hybrid Closed Loop, AHCL) működésen alapuló technológia hazánkban is elérhető képviselője a MiniMed 780G inzulinpumpa-rendszer. A klinikai vizsgálatok azt bizonyították, hogy ez a fejlett technológia a T1DM fennállása esetén alkalmazva egyfelől csökkentheti a hipoglikémiás esetek számát, és emellett hatékonyan javítja a szénhidrátanyagcserét is, és ezek következtében javítja a betegek életminőségét.¹⁰⁹

A CGMS alkalmazási lehetőségei a hon- és rendvédelmi állomány egészségügyi támogatásában

A CGMS a szöveti glükózkoncentrációt valós időben követi, ezáltal folyamatos visszajelzést nyújt a glükózkoncentráció aktuális alakulásáról. A rendszer alkalmazása növeli a biztonságot a mindennapi élet és a szolgálati tevékenység során, mivel lehetővé teszi az eltérések korai felismerését újjbegyszúrással járó, idő- és eszközigenyes beavatkozás nélkül. A rendszer nemcsak az aktuális értéket jeleníti meg, hanem jelzi a glükózsztint emelkedésének vagy csökkenésének irányát és gyorsaságát is. Mindez különösen fontos a gyors reagálást, folyamatos figyelmet és megfelelő döntéshozatalt igénylő szolgálati helyzetekben. Kiemelt jelentősége van a hipoglikémia megelőzésében, amely közvetlenül veszélyeztetheti a fizikai és kognitív teljesítőképességet. A cukorbetegség miatt kezelés alatt álló és szolgálatot teljesítő személyek esetében a vércukorszint-csökkentő kezelés mellett a váratlan fizikai aktivitás, az étkezések elmaradása vagy eltolódása fokozott hipoglikémiás kockázatot jelenthet. Az alacsony vércukorszint kedvezőtlenül befolyásolhatja a mentális és fizikai teljesítőképességet, ami nemcsak az egyén biztonságát, hanem egy művelet sikerességét vagy akár egy teljes alegység működését is veszélyeztetheti. Különösen érintettek azok, akiknél a kezelés jellegéből adódóan a hipoglikémia kialakulásának reális kockázata áll fenn.

A CGMS-technológia valós idejű információt szolgáltat a szénhidrátanyagcsere állapotáról, lehetőséget biztosítva arra, hogy az egészségügyi személyzet akár távolról is folyamatosan értékelje az adatokat, és szükség esetén időben beavatkozzon. Ez a megközelítés

¹⁰⁹ JANEZ 2021

növeli a betegbiztonságot, miközben javítja az egészségügyi ellátás hatékonyságát, különösen a telemedicina keretében történő megfigyelés és utánpótlás során.

A CGMS alkalmazása nem kizárólag inzulinterápia mellett lehet előnyös, hanem tablettás kezelésnél is objektív alapot biztosít a vércukorszint alakulásának megértéséhez és az önmenedzselés javításához. Az életmódterápia keretében történő fokozott fizikai aktivitás, illetve különböző ételek szénhidrátanyagcserére kifejtett hatása objektíven követhető a rendszer használata mellett.

A szenzortechnológia jelentős segítséget nyújt a diabétesz-gondozásban is. A vércukorszint valós idejű és folyamatos követése, valamint az AGP riport paraméterei lehetővé teszik az anyagcsere-állapot objektív megítélését, és csökkentik annak szükségességét, hogy az ellátás kizárólag a beteg által végzett önellenőrzés adataira támaszkodjon. A mért glükózértékek, profilok és összesített anyagcsere-mutatók felhőalapú rendszereken keresztül bármikor hozzáférhetők, ami a telemedicina¹¹⁰ keretében történő betegkövetést és konzultációt is lehetővé teszi, függetlenül a szolgálati helytől. Ez a megoldás különösen előnyös a hon- és rendvédelmi állomány esetében, ahol a feladatok jellege, a területi szóródás, a váltások munkarend, valamint a speciális beosztások — beleértve a gyakorlati és műveleti feladatellátást is — gyakran korlátozzák a rendszeres, személyes szakorvosi ellenőrzés lehetőségét. A honvédegeszségügyben zajló digitális transzformáció célja olyan adatvezérelt, hálózatba kapcsolt ellátási modellek kialakítása, amelyek lehetővé teszik a valós idejű monitorozást, a távoli orvosi döntéstámogatást és a preventív szemlélet érvényesülését. A hordható szenzortechnológiák, a felhőalapú adatkezelés és a telemedicina integrációja a védelem-egészségügyben nemcsak a betegbiztonságot növeli, hanem hozzájárul a szolgálatképesség megőrzéséhez és a humán erőforrás-hatékonyság javításához is.¹¹¹

A CGMS-adatok visszatekintő elemzése elősegíti a kezelés optimalizálását és finomhangolását, lehetőséget ad a különböző szolgálati terhelésekhez, fizikai aktivitáshoz és élethelyzetekhez kapcsolódó glikémiás válaszok azonosítására, valamint támogatja a célzott, személyre szabott edukációt. Mindez alkalmas a stabilabb anyagcsere-állapot eléréséhez, a szövődmények kockázatának csökkentéséhez és a hosszú távú szolgálatképesség megőrzéséhez. A szenzortechnikával nyert nagymennyiségű adat értelmezésében a

¹¹⁰ „A telemedicina (távgyógyászat) egészségügyi szolgáltatások nyújtása olyan helyzetben, amikor az egészségügyi dolgozó és a beteg nem azonos helyen tartózkodik, személyes találkozásra nem kerül sor. Az egészségügyi szakszemélyzet és a beteg közötti kapcsolat infokommunikációs eszközök segítségével, online elektronikus rendszeren keresztül jön létre (pl. telefon, számítógép).” Forrás: Egészségvonal: Telemedicina.

¹¹¹ FEJES 2024

mesterséges intelligenciának (MI) is egyre növekvő szerepe van. Az MI-alapú elemzések hozzájárulhatnak a glikémiás kockázatok előrejelzéséhez, figyelembe vehetik a komplex életmódi és fiziológiai tényezőket, támogatva a prediktív és preventív egészségügyi megközelítést.¹¹²

A diabétesz szolgálat alatti megjelenése jelentősen befolyásolhatja az egészségügyi alkalmasság megítélését, nemcsak korlátozhatja, hanem bizonyos esetekben el is lehetetlenítheti azt. Ez különösen akkor válik hangsúlyossá, ha a betegség inzulinterápia bevezetését teszi szükségessé, amely T1DM esetén az életben maradás feltétele, míg T2DM-ben a betegség progressziójával, hosszabb kórtartam után válhat a megfelelő glikémiás kontroll eszközként. Az inzulinkészítmények, valamint egyes vércukorszintet erősen csökkentő gyógyszerek alkalmazásának ismert mellékhatása a hipoglikémia, amelynek előfordulási gyakorisága és időbeli mintázata CGMS segítségével pontosan meghatározható. A szenzortechnika a HbA1c- és SMBG-alapú adatokhoz képest részletesebb és dinamikusabb képet nyújt a glikémiás kontrollról. Az adatok automatizált gyűjtése csökkenti az emberi hibák lehetőségét, ezáltal megbízhatóbb információt szolgáltat a klinikusok számára a szénhidrátanyagcsere állapotáról.

Az egészségügyi alkalmasság megítélésében hagyományosan alkalmazott HbA1c-érték elsősorban az átlagos vércukorszintre utal, ugyanakkor nem tükrözi a vércukor-ingadozások mértékét. Ezzel szemben a CGMS nagy mennyiségű mérési adat alapján lehetőséget ad a glikémiás variabilitás számszerű jellemzésére (CGMS-CV, MAGE), valamint a céltartományban eltöltött idő (TIR) és az átlagos glükózértékből számított GMI érték értékelésére. Ezek a paraméterek objektív alapot biztosítanak a kezelés hatékonyságának megítéléséhez, amely az egészségügyi alkalmasság egyik kulcseleme.

Az alkalmasság objektívebb megítélését különösen jól támogathatja az úgynevezett retrospektív CGMS (retro-CGMS) alkalmazása. Ebben az esetben a szenzor a szöveti glükózkonzentrációt előre meghatározott ideig rögzíti úgy, hogy az adatok a mérés időtartama alatt nem állnak sem a vizsgált személy, sem az egészségügyi személyzet rendelkezésére. A mért adatok utólagos kiértékelése lehetővé teszi a szénhidrátanyagcsere olyan időszakának elemzését, amelyet a vizsgált személy viselkedése vagy az ellátói beavatkozás a mérés során nem befolyásolt, így az objektív és torzítatlan képet ad az anyagcsere-állapotról. A

¹¹² HEVESI 2024iii

szakirodalom ezt az alkalmazási formát „diagnosztikus” vagy „professzionális” CGMS-ként említi.¹¹³

Nemzetközi tapasztalatok azt mutatják, hogy a korszerű diabetológiai technológiák alkalmazása mellett törekvés mutatkozik arra, hogy a megfelelően motivált és jól kontrollált diabéteszrel együtt élő katonák a rendszerben maradhassanak, és adott esetben akár bevetési feladatok során is szerepet vállalhassanak.¹¹⁴ Műveleti környezetben a CGMS alkalmazhatósága nem korlátozódik kizárólag a cukorbeteg állomány körére. A CGMS-technológia a digitális egészségügyi koncepció részeként illeszkedhet az egészségi állapot komplex monitorozásába is. A vércukorszint mellett helyet kaphat a vérnyomás, pulzus, oxigénszaturáció mérése, valamint a fizikai aktivitás és a szívritmus követése is. A mindennapokban használt okoseszközök és hordozható monitorok — például elektrokardiográfia (EKG), légzésfunkciós vagy vérnyomásmérő készülékek — által gyűjtött adatok MI segítségével elemezhetők, támogatva a preventív és prediktív egészségügyi szemléletet.¹¹⁵ A testen elhelyezhető különböző szenzorok ma már alkalmasak többek között a légzés, a szív működés, a vérnyomás, a testhőmérséklet, az alvás–ébredés ciklus megfigyelésére is. A mért paraméterek alapján nemcsak a szenzort viselő egyén, hanem a parancsnoka és az egészségügyi személyzet is képet kaphat a fizikai állapotról, például lehűlés, oxigénhiány, anyagcsere-instabilitás, folyadékhiány, pszichés stressz, kialvatlanság. Ebbe a komplex monitorozási rendszerbe illeszthető a CGMS-technológia is, amelynek segítségével egészséges egyén esetében is nyomon követhetővé válhat a glükózkoncentráció dinamikája. Normál szénhidrátanyagcsere mellett a vércukorszint általában stabil, azonban tartós éhezés, extrém fizikai megterhelés, érzelmi stressz vagy súlyos fertőzés fennállása esetén kóros eltérések is kialakulhatnak. Ilyen helyzetekben a szenzortechnológia objektív alapot biztosít a teljesítmény optimalizálásához, valamint a fizikai terhelés, a táplálkozás és az egyéni anyagcsere-válaszok összefüggéseinek elemzéséhez.

A modern diabetológiai technológiák szolgálat-specifikus kockázatai és korlátai

Bár a diabétesz kezelésében alkalmazott modern technológiai megoldások jelentős előrelépést jelentenek a betegbiztonság, az önmenedzselés és az anyagcsere-kontroll terén, alkalmazásuk nem mentes bizonyos korlátoktól és kockázatoktól. Ezek a tényezők a hon- és rendvédelmi

¹¹³ JOUBERT 2019

¹¹⁴ CHOI – CUCURA 2018

¹¹⁵ KOLESNIKOV – KRYZHEVSKY 2023

állomány speciális munkakörnyezetében és szolgálati követelményei mellett fokozott jelentőséggel bírnak. A CGMS alkalmazását korlátozhatja a minimális invazív jelleg, mivel a bőr alá helyezett érzékelő fertőzésforrást jelenthet, továbbá az eszköz működését bizonyos fizikai tényezők — például nagy energiájú elektromágneses tér vagy intenzív lézersugárzás — is befolyásolhatják. A nem invazív vércukormérési eljárások fejlesztése ezért kiemelt kutatási terület. Ezek különböző fizikai elveken alapulnak — spektroszkópia, bioimpedancia, optikai koherencia-tomográfia, fotopletizmográfia —, és a glükózkonzentráció meghatározását bőrön keresztül, verejtékből vagy könnyből célozzák, ugyanakkor jelenleg még nem tekinthetők a diabétesz-gondozásában rutinszerűen alkalmazható módszereknek.

Jelenleg a társadalombiztosítási támogatással elérhető CGMS készülékek egy részénél a távadó rendszeres töltése, illetve a kalibráció szükségessége a munkavégzés során gyakorlati nehézségeket okozhat. A jövő irányát a hosszabb élettartamú, kalibrációmentes, egybeépített szenzor-távadó rendszerek jelentik, amelyek egyszerűbben cserélhetők, kevesebb karbantartást igényelnek, és folyamatos hozzáférést biztosítanak az anyagcsere-adatokhoz, így jobban illeszkednek a hon- és rendvédelmi szolgálat speciális követelményeihez.

A CGMS a bőr alatti szövetek glükózkonzentrációját méri, amely a tényleges vércukorszint változásait több perces késéssel tükrözi, így gyors glükózváltozásokkal járó fizikai vagy pszichés terhelési helyzetekben a mért értékek értelmezése körültekintést igényel.¹¹⁶ Bizonyos esetekben — különösen labilis anyagcseréjű egyéneknél — a folyamatos visszajelzés ismételt vagy túlzott korrekciókhoz vezethet, ami az anyagcsere-ingadozás fokozódását eredményezheti. A rendszer használata megfelelő technikai készség mellett előzetes oktatást igényel, hiszen az érzékelő kezelése, az adatok megjelenítése és értelmezése tanulási folyamatot feltételez.

A vezeték nélküli szenzortechnológia alkalmazása biztonsági kockázatokat is felvet. Elméleti szinten fennáll annak lehetősége, hogy megfelelő technikai ismeretekkel rendelkező illetéktelen személyek vezeték nélküli kapcsolaton keresztül hozzáférjenek egy közeli CGMS távadó részéhez, adatokat szerezzenek meg, módosítsanak vagy az adatátvitelt akadályozzák.¹¹⁷ A hibás vagy manipulált szenzoradatok alapján hozott terápiás döntések akut anyagcsere-szövődmények kialakulásához vezethetnek. A CGMS által szolgáltatott glükózértékek biometrikus egészségügyi adatoknak tekinthetők, amelyek kezelése és védelme

¹¹⁶ SCHMELZEISEN-REDEKER 2015

¹¹⁷ HEVESI – HAIG 2024

az adatvédelem szerves részét kell, hogy képezze.¹¹⁸ A megfelelő adatbiztonsági és hozzáférés-kezelési keretek hiánya nemcsak az egyéni adatvédelem sérüléséhez, hanem szolgálatspecifikus és műveleti kockázatok megjelenéséhez is vezethet. Inzulinpumpát használó egyéneknél elméletileg az inzulinadagolás megváltoztatása is súlyos, akár életveszélyes állapotot idézhet elő. Bár eddig nem ismert olyan dokumentált eset, amelyben inzulinpumpa elleni célzott kibertámadás történt volna, az FDA már 2019-ben bizonyos — Magyarországon nem forgalmazott — inzulinpumpák visszahívásával felhívta a figyelmet a lehetséges kiberbiztonsági kockázatokra.¹¹⁹

¹¹⁸ KLONOFF 2026

¹¹⁹ FDA 2025

1. A SZÉNHIDRÁTANYAGCSERE-ZAVAR FELISMERÉSÉNEK ÖSSZEHASONLÍTÓ JELLEMZŐI HON- ÉS RENDVÉDELMI, VALAMINT CIVIL BETEGEK VONATKOZÁSÁBAN

1.1. Célkitűzés

Az 1. hipotézishez kapcsolódó célkitűzés a szénhidrátanyagcsere-zavar felismerésének életkori és diagnosztikai körülményeinek feltárása. Emellett célom a diagnózis felállításához vezető indikációk összehasonlító elemzése a hon- és rendvédelmi szektor dolgozói és a civil csoport körében. Alapját az *„A 2-es típusú cukorbetegség diagnosztikus körülményei és az atheroszklerotikus eredetű kardiovaszkuláris betegségek közötti kapcsolat hosszmetzeti vizsgálata civil populáción”* című retrospektív megfigyeléses adatbázis-alapú klinikai vizsgálatom képezi. A jelen elemzésben azonban a „civil” megjelölés a diabetológiai gondozásban megjelent, civil igényjogosultságú csoportot jelenti, és nem populációalapú civil mintát.

A vizsgálat során diagnosztikai körülményként külön értékelem a foglalkozás-egészségügyi alkalmassági eljárásokhoz kapcsolódó, a beteg által jelzett panaszok vagy tünetek miatti, a szövődmény kapcsán történő felismerést, a rizikófaktor-alapú szűrést, valamint az egyéb vagy nem dokumentált eseteket. A célkitűzés részét képezi továbbá a megállapított szénhidrátanyagcsere-zavar típusa szerinti megoszlás elemzése, elkülönítve a definitív diabéteszt és a prediabétesz eseteit, beleértve az izolált IFG-t, az IGT-t, valamint ezek együttes előfordulását.

1.2. Kutatási módszer

1.2.1. Vizsgálati terv és az adatforrás

A hipotézis vizsgálatához az ÉPC-HK Diabetológia Szakrendelésen 2019. január 1. és 2023. december 31. között megjelent, 2-es típusú diabéteszben vagy annak kórmegelőző állapotában szenvedő betegek adatait elemeztem. Az adatgyűjtés az Intézet Medworks adatbázisából történt, az adott időszakban készült ambuláns lapok retrospektív feldolgozásával. Az elemzés a gondozásban részesült betegcsoport klinikai és demográfiai jellemzőire terjedt ki.

Vizsgálatomat az Egészségügyi Tudományos Tanács Tudományos és Kutatásetikai Bizottsága (TUKEB; BM/26853-1/2024) és a Regionális Kutatásetikai Bizottság (RKEB; EPCHK-RKEB-2024/11/06-2) előzetes engedélyének birtokában végeztem.

Fontos módszertani szempont, hogy a vizsgálat adatgyűjtési időszaka (2019. január 1. – 2023. december 31.) nem azonos a szénhidrátanyagcsere-zavar eredeti diagnózisának időpontjával. A feldolgozott adatok olyan betegek ambuláns dokumentációin alapultak, akik a vizsgált időszakban diabetológiai gondozás céljából jelentek meg a szakrendelésen. A szénhidrátanyagcsere-zavar diagnózisának időpontja és körülménye a rendelkezésre álló dokumentációk alapján korábbi időpontokra is visszanyúlhatott. Ennek megfelelően a diagnózis éve a vizsgált populációban széles időintervallumot fedett le (1961–2023), az információkat a korábbi szakorvosi leletek, zárójelentések és a beteg anamnézisében rögzített adatok alapján rekonstruáltam.

A vizsgálat a gondozásba kerülés időszakában elérhető dokumentáció retrospektív feldolgozásán alapult, míg a felismeréskori életkor és annak körülményei a korábbi diagnosztikus események adatainak figyelembevételével kerültek elemzésre. Az eredmények a szakellátásba kerüléshez vezető felismerési útvonalakat tükrözik, ezért a primer ellátásban kezelt, diabetológiai szakrendelésre nem utalt esetek alulreprezentáltak lehetnek. A retrospektív adatfeldolgozás során a dokumentáció heterogenitásából és a szakellátási szelekcióból fakadó torzítások lehetőségét az eredmények értelmezésekor figyelembe vettem.

1.2.2. Vizsgálati változók és azok kategorizálásának elvei

A retrospektív adatgyűjtés során a vizsgált paraméterek az alábbiak voltak:

- a szénhidrátanyagcsere-zavar diagnosztikájakor fennálló életkor;
- születéskori nem (férfi, nő);
- a szénhidrátanyagcsere-zavar diagnosztikájának körülménye, azaz a diagnosztikai célú laboratóriumi vizsgálat elvégzésének oka az alábbi kategóriák szerint:
 - foglalkozás-egészségügyi alkalmassági vizsgálat során;
 - panaszok vagy tünetek fennállása miatti;
 - kialakult szövődmény miatti;
 - rizikófaktorok miatti szűrés;
 - egyéb ok;

- ismeretlen.
- a diagnosztizált szénhidrátanyagcsere-zavar típusa:
 - T2DM;
 - prediabétesz (IFG, IGT, illetve a kettő egyidejű fennállása);
 - ismeretlen (azon esetek, amelyekben a szénhidrátanyagcsere-zavar diagnózisa szerepelt, azonban a pontos besorolás — diabétesz vagy prediabétesz — nem állt rendelkezésre).

A retrospektív adatfeldolgozás során különös hangsúlyt fektettem arra, hogy a diagnózis felállításának időpontjára és körülményeire vonatkozó információk a lehetőségekhez mérten rekonstruálhatók legyenek.

A szénhidrátanyagcsere-zavar diagnóziskor fennálló életkort („diagnóziskori életkor”) az első rögzített diagnózis évéhez rendelt életkorként, egész években határoztam meg, mivel a dokumentáció jelentős részében a diagnózis pontos dátuma nem állt rendelkezésre. A diagnózis időpontját elsődlegesen a rendelkezésre álló szakorvosi dokumentáció (ambuláns lap, zárójelentés, lelet), ennek hiányában az anamnézis adatai alapján rekonstruáltam. Az életkort minden esetben a születési év és a diagnózis évének különbségeként számítottam. Amennyiben a diagnózis éve sem volt megbízhatóan meghatározható, az adott esetet a „diagnóziskori életkor” változó tekintetében hiányzó adatként kezeltem. Ezeket az esetek az életkorra vonatkozó statisztikai elemzésekből kizárásra kerültek.

A szénhidrátanyagcsere-zavar körülményei tekintetében a „szövődmény miatti vizsgálat” kategóriába azok az esetek kerültek besorolásra, amelyekben az egészségügyi dokumentáció explicit módon rögzítette, hogy a laboratóriumi vizsgálat elrendelése a diabéteszhez köthető, már fennálló komplikáció miatti kivizsgálás során történt. Azok az esetek, amelyekben a szövődmény fennállása ugyan ismert volt, de a laboratóriumi vizsgálat elrendelés oka nem kapcsolódott egyértelműen ehhez, nem kerültek ebbe a kategóriába.

A diagnózis alapját képező laboratóriumi vizsgálat indokaként az „egyéb ok” kategóriába kerültek mindazon esetek, amelyekben a vizsgálat elrendelése nem volt egyértelműen besorolható sem az alkalmassági vizsgálat, sem a panaszok vagy tünetek fennállása, sem a szövődmény miatti kivizsgálás, illetve a célzott szűrővizsgálat kategóriába. A Medworks adatbázis és az ambuláns dokumentáció elvileg lehetőséget biztosítana ezen esetek további alcsoportokra bontására, például műtét előtti kivizsgálás, más krónikus betegség miatti kontroll vagy akut ellátás során végzett vizsgálat. A jelen kutatás keretein belül azonban a dokumentáció heterogenitása és az indikációk nem egységes rögzítése miatt az alcsoportos

elemzés nem volt minden esetben megbízhatóan kivitelezhető. A kategória heterogén jellege nem teszi lehetővé a diagnosztikus események pontos klinikai rekonstrukcióját, ugyanakkor jól tükrözi a valós ellátási gyakorlat komplexitását. Az „ismeretlen” kategóriába azok az esetek kerültek besorolásra, amelyekben a diagnosztikai körülmény a rendelkezésre álló dokumentáció alapján nem volt rekonstruálható.

1.2.3. A vizsgált betegpopuláció és a csoportképzés elvei

A vizsgálatba azon betegek kerültek bevonásra, akik a meghatározott időszakban diabetológiai gondozás céljából megjelentek az ÉPC-HK Diabetológia Szakrendelésen, és akiknél a szénhidrátanyagcsere-zavar fennállása a rendelkezésre álló egészségügyi dokumentáció alapján egyértelműen igazolható volt.

A vizsgálat nem populációalapú mintán, hanem diabetológiai szakellátásban megjelent betegek körén alapult; kizárólag olyan személyek adatai kerültek feldolgozásra, akiket szakorvosi ellátásba utaltak. Ennek megfelelően a vizsgálat eredményei elsősorban a diabetológiai gondozásba került esetek felismerési mintázatait tükrözik.

A betegeket „hon- és rendvédelmi” vagy „civil” csoportok valamelyikébe soroltam, az intézmény elektronikus betegnyilvántartó rendszerében rögzített igényjogosultsági adatok alapján. A hon- és rendvédelmi csoport alkalmazottjain belül két alcsoportot képeztem. A „honvédségi” alcsoportba a honvédelmi szervezetek személyi állományába tartozó vagy abból nyugállományba vonuló egyéneket, a „rendvédelmi” alcsoportba a rendvédelmi szervek személyi állományába tartozó vagy abból nyugállományba helyezett, valamint az Országgyűlési Őrség személyi állományát és az abból nyugállományba helyezett egyéneket soroltam.

A „civil” csoportba soroltam a vasutas igényjogosultságú betegeket, az igényjogosult hozzátartozókat, a területi ellátási kötelezettség alapján ellátottakat és az egyéb okból szakrendelésünkön megjelent betegeket. Ennek a csoportnak a heterogenitása és az eltérő egészségügyi ellenőrzési struktúrák fennállása a vizsgálati eredmények értelmezésekor potenciális szelekciós torzítás forrását jelentheti, amely módszertani korlátként értékelendő. Azonban ez nem zárja ki az összehasonlító elemzés relevanciáját, mivel a vizsgálat elsődleges célja nem a populációk reprezentativitásának igazolása, hanem a felismerési mintázatok és diagnosztikus utak rendszerszintű különbségeinek feltárása volt.

1.2.4. A szénhidrátanyagcsere-zavar kategóriáinak definíciója

A vizsgálat során a prediabétesz kategóriájába soroltam mindazon eseteket, amelyekben az ambuláns dokumentáció alapján a szénhidrátanyagcsere-zavar kórmegelőző állapotának valamely formája került rögzítésre. Ide tartoztak az IFG, az IGT, valamint az IFG és IGT együttes fennállásával jellemzett esetek. A besorolás alapját minden esetben az orvosi dokumentációban szereplő diagnózis vagy diagnózissal egyenértékű megjegyzés képezte, amelyet az ellátó orvos által, az adott időpontban érvényes szakmai irányelvnek megfelelően rögzített. Az „ismeretlen” kategóriába azok az esetek kerültek, amelyekben a szénhidrátanyagcsere-zavar fennállása dokumentált volt, azonban a diagnóziskori besorolás (T2DM vagy prediabétesz) a rendelkezésre álló dokumentáció alapján nem volt egyértelműen meghatározható.

1.2.5. Az elemzésbe bevont esetek és az adatkezelés módszertani elvei

A statisztikai elemzések alapját azok az esetek képezték, amelyekben az ambuláns lapok, korábbi szakorvosi dokumentumok vagy egyéb rendelkezésre álló egészségügyi iratok alapján a szénhidrátanyagcsere-zavar felismerésének ideje, típusa és a diagnózishoz vezető laboratóriumi vizsgálat indikációja meghatározható volt. Azokban az esetekben, ahol ezen információk nem álltak rendelkezésre, az adott változó hiányzó adatként került rögzítésre.

A hiányzó adatok kezelése során változónként differenciált megközelítést alkalmaztam. A diagnóziskori életkor elemzésekor kizárólag a meghatározható diagnóziskori életkorral rendelkező esetek kerültek bevonásra az összehasonlító statisztikai elemzésekbe. Hasonló eljárást alkalmaztam a szénhidrátanyagcsere-zavar típusa és a felismeréséhez vezető diagnosztikai körülmények elemzése során is. Azok az esetek, amelyekben a laboratóriumi vizsgálat indikációjának oka a dokumentáció alapján nem volt rekonstruálható, külön „ismeretlen” kategóriába kerültek, és az összehasonlító statisztikai elemzésekből kizárásra kerültek. A kategória lehetséges torzító hatását szenzitivitási elemzéssel vizsgáltam.

1.2.6. A tudományos hipotézis statisztikai feldolgozásának módszertana

A hon- és rendvédelmi dolgozók, valamint a honvédelmi és rendvédelmi alcsoportok, illetve a civil populáció adatainak statisztikai feldolgozását és összehasonlító elemzését a JASP

(Jeffreys's Amazing Statistics Program) statisztikai szoftver alkalmazásával végeztem.¹²⁰ A statisztikai elemzések során leíró statisztikai módszereket, paraméteres összehasonlító próbákat (független mintás t-próbát, valamint egytényezős varianciaanalízist) és kategorikus változók asszociációvizsgálatára szolgáló eljárásokat (khi-négyzet próbát) alkalmaztam. Az adatvédelmi törvényeknek megfelelően kizárólag anonimizált adatokkal dolgoztam.

Az 1. hipotézis vizsgálata során a diagnóziskori életkort folytonos változóként, míg a diagnosztikai utak megoszlását kategorikus változóként elemeztem. A szénhidrátanyagcsere-zavar típusa leíró és összehasonlító elemzések tárgyát képezte. A statisztikai eredmények gyakorlati jelentőségének értékelésére hatásméret-mutatók (Cohen-féle d , parciális eta-négyzet és Cramér-féle V) számítását is elvégeztem. Az elemzések hipotézisvezéreltek voltak, és a csoportok közötti különbségek statisztikai és gyakorlati jelentőségének értékelésére irányultak.

Az „ismeretlen diagnosztikai körülmény” kategória lehetséges torzító hatásának vizsgálatára szenzitivitási elemzést végeztem. Ennek során az ismeretlen eseteket csoporton belüli arányos szétosztással, valamint két szélsőérték-forgatókönyv alkalmazásával alternatív diagnosztikai kategóriákba soroltam, majd ismételten lefuttattam a khi-négyzet próbát.

A statisztikai szignifikancia szintjét minden elemzés esetében $p < 0,05$ értékben határoztam meg.

1.2.7. A vizsgálat módszertani sajátosságai és korlátai

A vizsgálat retrospektív, dokumentáció-alapú megfigyeléses jellegéből adódóan az elemzés a rendelkezésre álló ambuláns és szakorvosi dokumentáció tartalmára épült. Ezért a szénhidrátanyagcsere-zavar tényleges kialakulásának időpontja a rendelkezésre álló adatok alapján nem határozható meg megbízhatóan. A vizsgálat kizárólag a betegség felismerésének időpontját, típusát és diagnosztikai körülményeit értékelte. A vizsgálati minta a diabetológiai szakellátásban megjelent betegek szelekcióval kialakuló betegcsoportjaiból állt. Ennek megfelelően az eredmények elsősorban a szakellátásba kerülő esetek felismerési mintázatait tükrözik mindkét vizsgált csoportban, ezért nem tekinthetők populációalapú incidenciabecslésnek.

A dokumentáció részletessége és terminológiája időben és ellátónként is heterogén volt, ami egyes diagnosztikai kategóriák besorolásában klasszifikációs bizonytalanság lehetőségét

¹²⁰ JASP Team 2024

hordozhatja. Mivel a diagnózishoz vezető laboratóriumi vizsgálatok esetén az „egyéb ok” kategória a dokumentáció részletességének függvénye, a csoportok közötti összehasonlítás során potenciális információs torzítás forrását jelenthette. Ennek hatását szenzitivitási elemzéssel értékeltem.

1.3. A vizsgálati minta leíró statisztikai jellemzői

Az elemzésbe összesen 4820 beteg adatai kerültek bevonásra. A hon- és rendvédelmi csoport létszáma 2241 fő volt, ezen belül 998 fő a honvédségi, 1243 fő pedig a rendvédelmi állományba tartozott. A civil csoportot 2579 fő képviselte. A hon- és rendvédelmi csoport részesedése 46,5% ($n = 2241$), míg a civil csoporté 53,5% ($n = 2579$) volt.

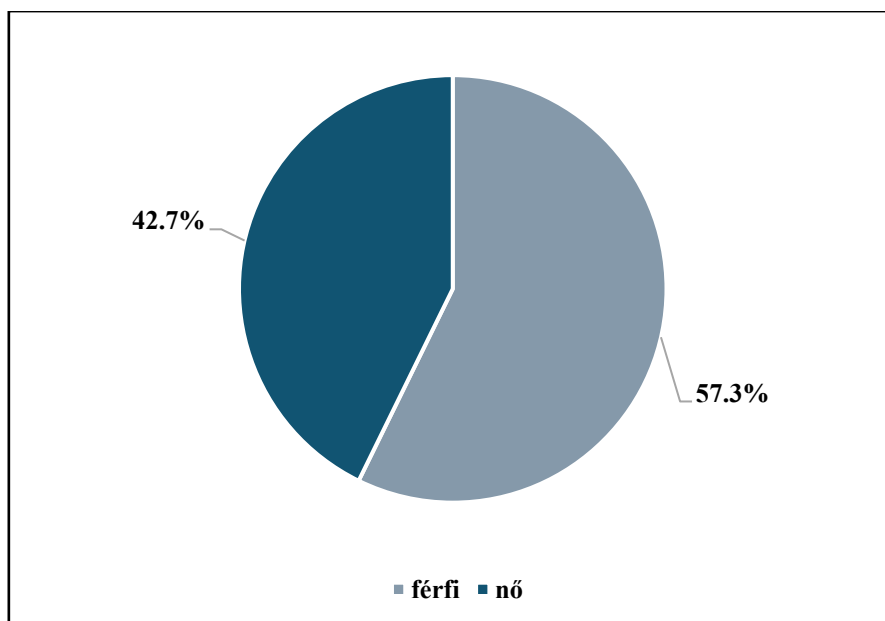
A vizsgálatba bevont betegpopuláció csoportok és alcsoportok szerinti megoszlását a 4. táblázat foglalja össze.

Csoport	Alcsoport	Esetszám (fő)	Megoszlás (%)
Hon- és rendvédelmi		2241	46,5
	Honvédelmi	998	20,7
	Rendvédelmi	1243	25,8
Civil		2579	53,5
Teljes vizsgált populáció		4820	100,0

4. táblázat: A vizsgálati minta csoportok és alcsoportok szerinti megoszlása
(Forrás: szerző saját szerkesztése.)

A nemek szerinti megoszlás alapján a férfiak aránya meghaladta a nőkéét. Ez a mintázat nemcsak a teljes vizsgált mintában (férfiak: 57,3%, $n = 2760$, nők: 42,7%, $n = 2060$), hanem a fő- és alcsoportokban is megfigyelhető volt. A honvédségi állományban a férfiak aránya 64,4% ($n = 643$), míg a nőké 35,6% ($n = 355$) volt; a rendvédelmi állományban 64,5% ($n = 802$) férfi és 35,5% ($n = 441$) nő szerepelt. A civil csoportban a nemek szerinti megoszlás közel kiegyenlítettnek bizonyult, a férfiak aránya 51,0% ($n = 1315$), míg a nőké 49,0% ($n = 1264$) volt.

A vizsgálati minta nemek szerinti megoszlását a 6. ábra szemlélteti.



6. ábra: A vizsgált minta nemek szerinti megoszlása
(Forrás: szerző saját szerkesztése.)

1.4. A szénhidrátanyagcsere-zavar felismerésének jellemzői a vizsgált populációban

1.4.1. A felismerés életkor szerinti megoszlása

A kóros szénhidrátanyagcsere-állapot felismerésekor fennálló életkor 4808 esetben volt ismert, míg 12 esetben nem állt rendelkezésre adat. A diagnóziskori életkor átlaga a teljes vizsgált mintában 53,0 év volt ($SD = 11,7$ év), és a vizsgált csoportok között számottevő különbség leíró statisztikai szinten nem volt megfigyelhető. A hon- és rendvédelmi csoportban az átlagéletkor 53,2 év volt ($SD = 11,4$ év), amely közel azonos volt a teljes minta értékével. A honvédségi alcsoportban kissé magasabb átlagéletkor volt megfigyelhető (53,9 év, $SD = 11,6$ év), mint a rendvédelmi alcsoportban (52,7 év, $SD = 11,2$ év).

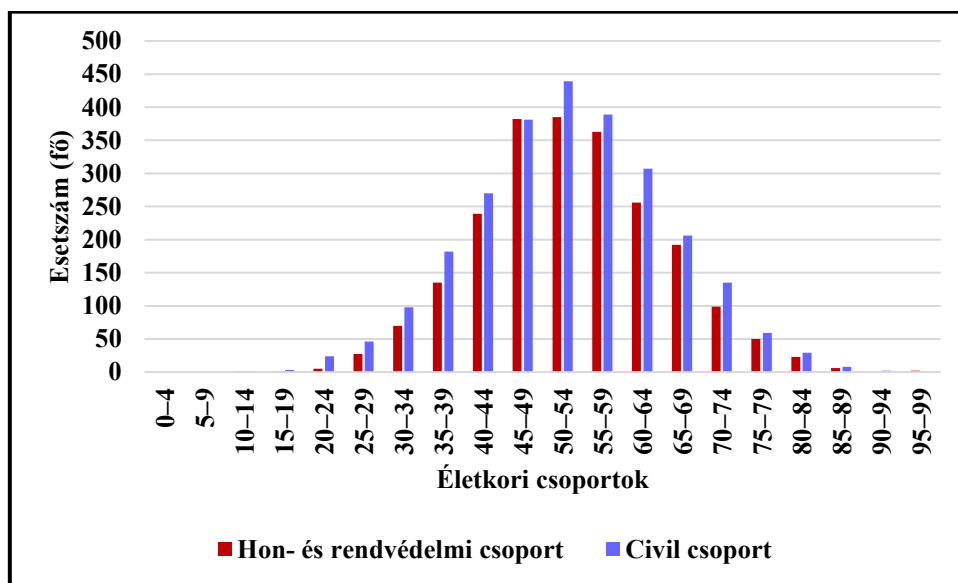
A civil csoportban nagyobb életkori szórás mellett az átlagéletkor 52,8 év ($SD = 12,1$ év) volt, amely szintén közel állt a hon- és rendvédelmi csoport értékeihez.

A medián életkor a teljes mintában és az egyes csoportokban és alcsoportokban is hasonló értéket mutatott (52–53 év).

A szénhidrátanyagcsere-zavar diagnóziskor fennálló életkor leíró statisztikai jellemzőit az 5. táblázat foglalja össze, míg az életkori eloszlást a 7. ábra szemlélteti.

Csoport és alcsoport	Érvényes (fő)	Hiányzó (fő)	Medián életkor	Átlag-életkor	Szórás (SD)	Legalacsonyabb életkor	Legmagasabb életkor
Hon- és rendvédelmi	2234	7	53	53,2	11,4	14	97
Honvédségi alcsoport	993	5	53	53,9	11,6	14	97
Rendvédelmi alcsoport	1241	2	52	52,7	11,2	18	89
Civil	2574	5	53	52,8	12,1	13	94
Teljes vizsgált populáció	4808	12	53	53,0	11,7	13	97

5. táblázat: A szénhidrátanyagcsere-zavar diagnosztikájakor fennálló életkor leíró statisztikája a teljes vizsgálati mintában, a fő- és alcsoportokban (n = 4808)
(Forrás: szerző saját szerkesztése.)



7. ábra: Életkori megoszlás öt éves életkori csoportok szerint a vizsgált csoportokban (n = 4808)
(Forrás: szerző saját szerkesztése.)

1.4.2. A felismeréshez vezető laboratóriumi vizsgálatok indikációi

A szénhidrátanyagcsere-zavar felismeréséhez vezető laboratóriumi vizsgálatok indikációi az esetek 88,8%-ában (n = 4280) a rendelkezésre álló dokumentáció alapján rekonstruálhatók voltak. Az esetek 11,2%-ában (n = 540) a diagnosztikai körülmények nem voltak egyértelműen meghatározhatók, ezért az „ismeretlen” kategóriába kerültek. Ezek az esetek az érdemi összehasonlítási elemzésekből kizárásra kerültek.

Az ismert diagnosztikai körülményekkel rendelkező esetekben valamennyi vizsgált csoportban az egyéb célból elrendelt laboratóriumi vizsgálat bizonyult a leggyakoribb felismerési módnak (70,6–72,0%).

A panaszok vagy tünetek miatt kezdeményezett kivizsgálás a második leggyakoribb diagnosztikai útvonalnak bizonyult. Ennek aránya a civil csoportban magasabb volt (20,0%), mint a hon- és rendvédelmi csoportban (14,7%).

A vizsgált alcsoportok összehasonlítása jellegzetes különbséget jelzett. A honvédségi dolgozóknál az egészségügyi alkalmassági vizsgálatok keretében történt felismerés — a panaszok vagy tünetek miatti kivizsgálást megelőzően — gyakoribb volt. Ebben az alcsoportban az alkalmassági vizsgálat a diagnózis második leggyakoribb körülményét jelentette, az esetek 14,0%-ában ($n = 130$). Ezzel szemben a rendvédelmi alcsoportban az alkalmassági vizsgálat aránya alacsonyabb volt (11,8%, $n = 136$), és a panaszok, tünetek alapján történő kivizsgálás megelőzte azt. A civil csoportban az alkalmassági vizsgálatok szerepe jóval kisebb volt; ilyen módon mindössze az esetek 5,3%-ában ($n = 117$) került felismerésre szénhidrátanyagcsere-zavar.

A rizikófaktorok fennállása miatt végzett célzott szűrővizsgálat minden vizsgált csoportban rendkívül alacsony arányban fordult elő ($\leq 1\%$). A teljes populációban a felismerések mindössze 0,56%-a történt ilyen módon, és hasonlóan alacsony arány mutatkozott a hon- és rendvédelmi, valamint a civil csoportban is.

A diagnózishoz vezető laboratóriumi vizsgálatok indikációinak részletes megoszlását a 6. táblázat foglalja össze.

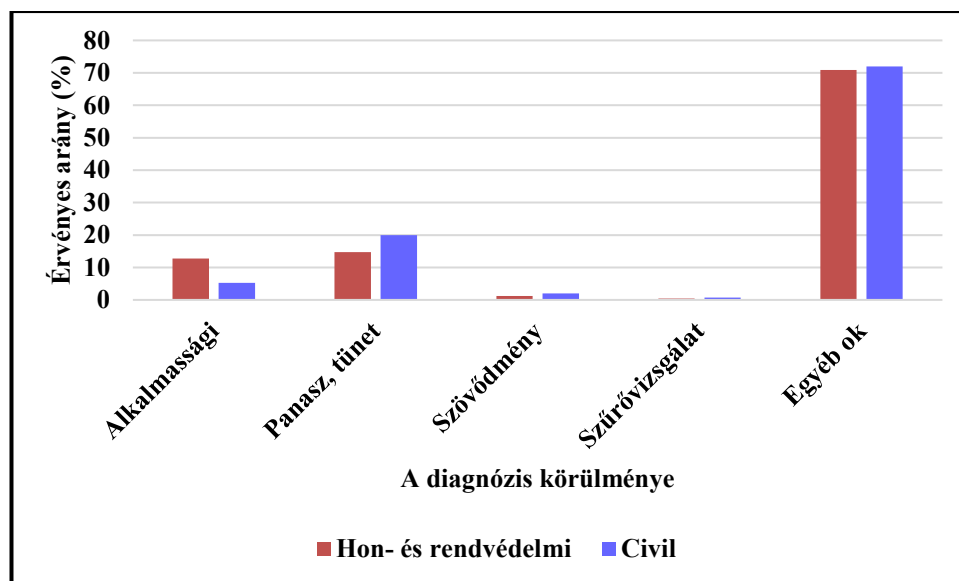
Populáció	Diagnosztikai körülmény	Esetszám (n)	Érvényes arány (%)
Teljes vizsgált populáció	Alkalmassági	383	8,9
	Panasz, tünet	746	17,4
	Szövődmény	69	1,6
	Szűrővizsgálat	24	0,56
	Egyéb ok	3058	71,4
	Ismeretlen	540	-
	Összesen	4820	-
Hon- és rendvédelmi csoport	Alkalmassági	266	12,8
	Panasz, tünet	305	14,7
	Szövődmény	25	1,2
	Szűrővizsgálat	9	0,43
	Egyéb ok	1471	70,9
	Ismeretlen	165	-
	Összesen	2241	-
Honvédségi alcsoport	Alkalmassági	130	14,0
	Panasz, tünet	122	13,2
	Szövődmény	11	1,2
	Szűrővizsgálat	4	0,43
	Egyéb ok	659	71,2
	Ismeretlen	72	-
	Összesen	998	-
Rendvédelmi alcsoport	Alkalmassági	136	11,8
	Panasz, tünet	183	15,9
	Szövődmény	14	1,2
	Szűrővizsgálat	5	0,43
	Egyéb ok	812	70,6
	Ismeretlen	93	-
	Összesen	1243	-
Civil csoport	Alkalmassági	117	5,3
	Panasz, tünet	441	20,0
	Szövődmény	44	2,0
	Szűrővizsgálat	15	0,68
	Egyéb ok	1587	72,0
	Ismeretlen	375	-
	Összesen	2579	-

6. táblázat: A szénhidrátanyagcsere-zavar felismeréséhez vezető laboratóriumi vizsgálatok indikációinak megoszlása a vizsgált csoportokban és alcsoportokban (n = 4820).

Megjegyzés: Az „Érvényes arány (%)” oszlop az ismeretlen besorolású esetek kizárását követően az érvényes esetszámokra számítva (n = 4280).

(Forrás: szerző saját szerkesztése.)

A hon- és rendvédelmi és a civil csoportok közötti különbségeket a 8. ábra szemlélteti.



8. ábra: A szénhidrátanyagcsere-zavar felismeréséhez vezető diagnosztikus körülmények megoszlása a hon- és rendvédelmi és a civil csoportban (n = 4820)
(Forrás: szerző saját szerkesztése.)

1.4.3. A diagnosztizált szénhidrátanyagcsere-zavar típusok elemzése

A vizsgálat során — az 1. hipotézishez kapcsolódó elemzéseken túl — áttekintettem a diagnóziskor megállapított szénhidrátanyagcsere-zavar típusainak megoszlását is. Ez a teljes vizsgált mintában (n = 4820) 99,8%-ban (n = 4811) volt ismert. A szénhidrátanyagcsere-zavar döntő többségben, 4493 esetben (93,4%) manifest T2DM formájában került felismerésre, míg prediabetesz 318 főnél (6,6%) szerepelt diagnózisként.

A hon- és rendvédelmi csoportban (n = 2241) az érvényes esetek között a T2DM aránya 91,8% volt (n = 2054), míg prediabeteszt 183 esetben (8,2%) azonosítottak. A honvédségi alcsoportban (n = 998) az ismeretlen eseteket kizárva, T2DM 900 főnél (90,4%) szerepelt diagnózisként, míg prediabetesz fennállását 96 esetben (9,6%) rögzítettek. A rendvédelmi alcsoportban (n = 1243) az ismert esetek között T2DM 1154 főnél (93,0%) volt jelen a diagnóziskor, míg prediabeteszt 87 esetben (7,0%) azonosítottak.

A civil csoportban (n = 2579) az érvényes esetek között T2DM 2439 esetben (94,8%) szerepelt, míg prediabeteszt 135 főnél (5,2%) rögzítettek.

A szénhidrátanyagcsere-zavar típusainak részletes megoszlását a vizsgált csoportokban a 7. táblázat foglalja össze.

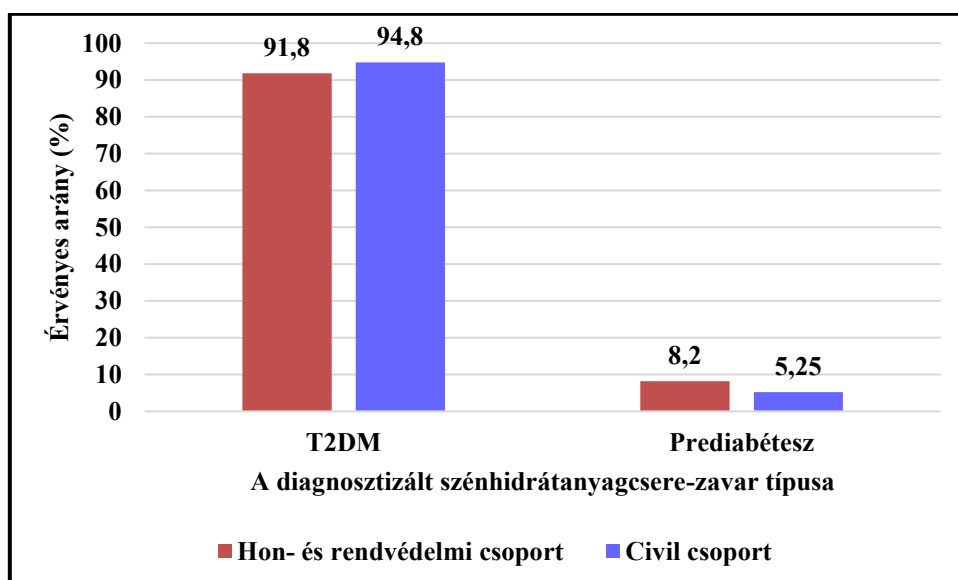
Populáció	Szénhidrátanyagcsere-zavar típusa	Esetszám (fő)	Érvényes arány (%)
Teljes vizsgált populáció	T2DM	4493	93,4
	Prediabétesz	318	6,6
	Ismeretlen	9	-
	Összesen	4820	-
Hon- és rendvédelmi csoport	T2DM	2054	91,8
	Prediabétesz	183	8,2
	Ismeretlen	4	-
	Összesen	2241	-
Honvédségi alcsoport	T2DM	900	90,4
	Prediabétesz	96	9,6
	Ismeretlen	2	-
	Összesen	998	-
Rendvédelmi alcsoport	T2DM	1154	93,0
	Prediabétesz	87	7,0
	Ismeretlen	2	-
	Összesen	1243	-
Civil csoport	T2DM	2439	94,8
	Prediabétesz	135	5,2
	Ismeretlen	5	-
	Összesen	2579	-

7. táblázat: A diagnosztizált szénhidrátanyagcsere-zavar típusai a vizsgált csoportokban és alcsoportokban (n = 4820)

Megjegyzés: Az „Érvényes arány (%)” oszlop az ismeretlen besorolású esetek kizárását követően, az érvényes esetekre számított megoszlást mutatja (n = 4811).

(Forrás: szerző saját szerkesztése.)

A diagnosztizált szénhidrátanyagcsere-zavar típusainak megoszlását a hon- és rendvédelmi és a civil csoportban a 9. ábra szemlélteti.



9. ábra: A diagnosztizált szénhidrátanyagcsere-zavar típusainak megoszlása (%) vizsgált csoportokban (n = 4811)

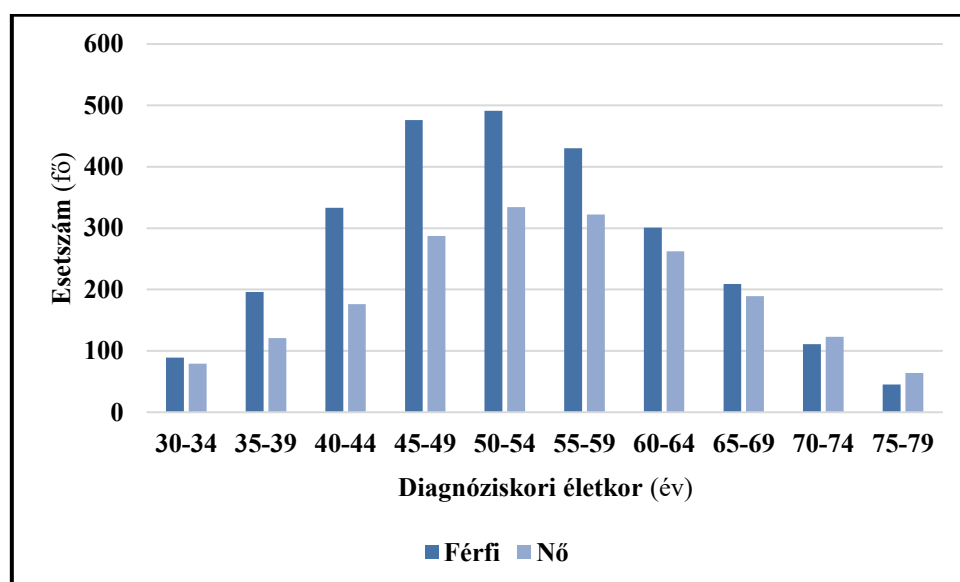
(Forrás: szerző saját szerkesztése)

1.4.4. A diagnózis életkori mintázatai nemek szerint

A diagnóziskor fennálló életkor nemek szerinti alakulását a teljes vizsgálati mintában leíró statisztikai módszerekkel elemeztem. Az elemzésbe azok az esetek kerültek bevonásra, amelyekben a diagnóziskori életkor és a nem egyaránt ismert volt ($n = 4808$). A korcsoportonkénti eloszlások alapján a férfiak körében a szénhidrátanyagcsere-zavar felismerése korábbi életkorban volt gyakoribb, elsősorban a 40–64 éves korosztályban. Esetükben a legnagyobb esetszám az 50–54 éves életkori csoportban volt megfigyelhető. A nők körében a legmagasabb esetszám a 55–59 éves korosztályban volt.

Mindkét nemben a 45–64 éves intervallum tekinthető a szénhidrátanyagcsere-zavar felismerése szempontjából leginkább érintett időszaknak, mivel a diagnózisok döntő többsége ebben az életkori intervallumban történt.

A korcsoportonkénti és nemek szerinti életkori megoszlást a 10. ábra szemlélteti.



10. ábra: A szénhidrátanyagcsere-zavar diagnóziskori életkorának megoszlása nemek szerint ($n = 4808$)
Megjegyzés: Az ábra a diagnóziskori életkor öt éves korcsoportok szerinti megoszlását mutatja a férfi és női betegek körében.

(Forrás: szerző saját szerkesztése.)

1.5. A szénhidrátanyagcsere-zavar diagnosztikáját jellemző adatok statisztikai feldolgozása és az összehasonlító elemzések eredményeinek bemutatása

1.5.1. A diagnózis felállításakor fennálló életkor

Az 1. hipotézishez kapcsolódó statisztikai elemzések keretében elsőként a diabetológiai szakrendelésen megjelent egyének körében a szénhidrátanyagcsere-zavar felismerésekor fennálló életkort hasonlítottam össze a hon- és rendvédelmi és a civil csoport között.

A két csoport átlagéletkora közel azonos volt (53,2 év vs. 52,8 év), a szórások és a variációs együtthatók hasonló értékeket mutattak.

A diagnóziskor fennálló életkor csoportonkénti leíró statisztikai jellemzőit a 8. táblázat foglalja össze.

Csoport	Esetszám (fő)	Átlagéletkor (év)	Szórás, SD (év)	Variációs együttható, CV (%)
Hon- és rendvédelmi	2234	53,2	11,4	21
Civil	2574	52,8	12,1	23

8. táblázat: A szénhidrátanyagcsere-zavar diagnóziskor fennálló életkorának leíró statisztikai jellemzői a vizsgált csoportokban
(Forrás: szerző saját szerkesztése.)

A két csoport összehasonlítását független mintás t-próbával (Independent Samples T-Test) végeztem. A varianciák azonosságának vizsgálata szignifikáns eltérést jelzett, ezért a varianciaheterogenitásra robusztus Welch-féle t-próba eredményét vettem figyelembe, amely nem mutatott szignifikáns különbséget a diagnóziskori életkor tekintetében (Welch $t(4778) = -1,12$; $p = 0,262$).

A független mintás t-próba eredményeit a 9. táblázat tartalmazza.

Statisztikai próba	t-érték	Szabadságfok (df)	p-érték
Student-féle t-próba	-1,12	4806	0,264
Welch-féle t-próba	-1,12	4778	0,262

9. táblázat: A szénhidrátanyagcsere-zavar diagnóziskor fennálló életkorának összehasonlítása független mintás t-próbával a hon- és rendvédelmi és a civil csoport között
(Forrás: szerző saját szerkesztése.)

A két csoport közötti átlagos különbség abszolút mértéke 0,4 év volt. A különbség 95%-os konfidencia-intervalluma $-1,10$ és $0,30$ év közé esett, amely tartalmazza a nullát, így a

statisztikai eredménnyel összhangban nem utal érdemi eltérésre. A különbség hatásmérete elhanyagolható volt (Cohen-féle $d \approx 0,03$), ezért klinikai szempontból sem tekinthető relevánsnak.

A t-próba alkalmazhatóságának ellenőrzése céljából a csoportok varianciáinak azonosságát Brown–Forsythe-próbával vizsgáltam. A vizsgálat szignifikáns varianciaeltérést jelzett ($F(1, 4807) = 9,32$; $p = 0,002$), ezért az értelmezés során a varianciaheterogenitásra robusztus Welch-féle t-próba eredményét vettem figyelembe, amely a Student-féle próba eredményével összhangban szintén nem mutatott szignifikáns különbséget ($p = 0,262$).

A varianciahomogenitás vizsgálatának eredményeit a 10. táblázat foglalja össze.

Varianciák azonosságának vizsgálata (Brown-Forsythe-próba)	F-érték	Szabadságfok 1 (df ₁)	Szabadságfok 2 (df ₂)	p-érték
	9,32	1	4807	0,002

10. táblázat: A diagnóziskori életkor varianciáinak azonosságát vizsgáló Brown–Forsythe-próba eredményei
Megjegyzés: A df₁ és df₂ a próba számláló- és nevezőoldali szabadságfokait jelölik.
(Forrás: szerző saját szerkesztése.)

A diagnóziskor fennálló életkort a részletesebb elemzés során a három csoportban — civil csoport, honvédségi alcsoport és rendvédelmi alcsoport — egytényezős varianciaanalízissel hasonlítottam össze. Az ANOVA statisztikailag szignifikáns különbséget jelzett ($F(2, 4805) = 3,44$; $p = 0,021$), amelynek eredményeit a 11. táblázat foglalja össze.

Forrás	Négyzetösszeg	Szabadságfok (df)	Átlagos négyzet	F-érték	p-érték	Parciális eta-négyzet (η^2_p)
Civil csoport / honvédségi alcsoport / rendvédelmi alcsoport	957,64	2	478,82	3,44	0,021	0,001
Maradék (Residuals)	667996,28	4805	139,02	-	-	-

11. táblázat: A diagnóziskor fennálló életkor összehasonlítása a civil csoport, a honvédségi és a rendvédelmi alcsoport között egytényezős varianciaanalízissel
Megjegyzés: η^2_p = parciális eta-négyzet.
(Forrás: szerző saját szerkesztése.)

A parciális eta-négyzet értéke ($\eta^2_p = 0,001$) elhanyagolható hatásméretet jelez, ami azt mutatja, hogy a csoporthoz tartozás a diagnóziskori életkor varianciájának csupán minimális részét magyarázza. Az egytényezős varianciaanalízis formálisan statisztikailag szignifikáns különbséget jelzett ($p = 0,021$). Ennek ellenére az elhanyagolható hatásméret arra utal, hogy a különbségek gyakorlati jelentősége csekély, ami a nagy elemszám esetén gyakran

megfigyelhető jelenség. A csoportok közötti átlagkülönbség nagyságrendileg 1 év volt, amely klinikai szempontból korlátozott jelentőségű.

A három csoport diagnóziskori életkor leíró statisztikai jellemzőit a 12. táblázat mutatja be.

Vizsgálati csoport	Esetszám (fő)	Átlagéletkor (év)	Szórás, SD	Variációs együttható, CV (%)
Civil csoport	2574	52,82	12,15	23
Honvédségi alcsoport	993	53,86	11,63	22
Rendvédelmi alcsoport	1241	52,67	11,15	21

12. táblázat: A diagnóziskor fennálló életkor leíró statisztikai jellemzői a civil csoportban, valamint a honvédségi és rendvédelmi alcsoportokban
(Forrás: szerző saját szerkesztése.)

A csoportok közötti különbségek feltárására Tukey-féle utólagos összehasonlítást végeztem, amelynek eredményeit a 13. táblázat foglalja össze.

Összehasonlított csoportok és alcsoportok		Átlagos különbség (év)	Standard hiba, SE	t-érték	p-érték (Tukey)
Rendvédelmi alcsoport	Civil csoport	-0,149	0,407	-0,366	0,929
	Honvédségi alcsoport	-1,192	0,502	-2,375	0,046
Civil csoport	Honvédségi alcsoport	-1,043	0,444	-2,368	0,047

13. táblázat: A diagnóziskor fennálló életkor csoportonkénti páronkénti összehasonlítása Tukey-féle utólagos összehasonlítás alapján

Megjegyzés: A *p*-értékek Tukey-féle többszörös összehasonlításra korrigált értékek.
(Forrás: szerző saját szerkesztése.)

Az utólagos összehasonlítás alapján a rendvédelmi alcsoportban a diagnózis szignifikánsan fiatalabb életkorban történt a honvédségi alcsoportéhoz képest ($-1,19$ év; $p = 0,046$). A civil csoportban szintén alacsonyabb diagnóziskori életkor volt megfigyelhető a honvédségi alcsoportéhoz viszonyítva ($-1,04$ év; $p = 0,047$). A különbségek abszolút mértéke megközelítőleg egy év, ezért klinikai jelentőségük korlátozott.

A nagy elemszám ($n = 4808$) miatt az alkalmazott paraméteres próbák robusztusnak tekinthetők az eloszlás esetleges normalitástól való eltéréseivel szemben.

Összességében a hon- és rendvédelmi, és a civil csoport között a szénhidrátanyagcsere-zavar felismerésének életkorában statisztikailag szignifikáns különbség ($p = 0,262$) nem igazolódott. A háromcsoportos elemzésben kimutatott eltérések hatásmérete elhanyagolható

($\eta^2_p = 0,001$), így a csoporthovatartozás a diagnóziskori életkor varianciáját csak minimális mértékben magyarázza.

1.5.2. A felismeréshez vezető diagnosztikus utak megoszlása

Az 1. hipotézis második részéhez kapcsolódóan a szénhidrátanyagcsere-zavar felismeréséhez vezető laboratóriumi vizsgálatok indikációinak megoszlását hasonlítottam össze a hon- és rendvédelmi és a civil csoport között. Az elemzésből kizártam azokat az eseteket, amelyekben a diagnózis felállításának körülménye nem volt egyértelműen rekonstruálható. Az érvényes (ismert diagnosztikai körülménnyel rendelkező) esetek közül 2204 fő tartozott a civil, míg 2076 fő a hon- és rendvédelmi csoportba; ezen esetszámok adják a khi-négyszet elemzés alapját (összesen $n = 4280$). Az „egyéb ok” kategória heterogén jellege a dokumentációs gyakorlatból fakad, amelyet a módszertani fejezet részletesen ismertet.

A diagnosztikai körülmények csoportonkénti megoszlását a 14. táblázat foglalja össze.

Csoport		Alkalmassági vizsgálat	Panasz, tünet	Szövődmény	Szűrővizsgálat	Egyéb ok	Összesen
Teljes vizsgált populáció	Megfigyelt gyakoriság	383	746	69	24	3058	4280
	Várt gyakoriság	383,00	746,00	69,00	24,00	3058,00	4280,00
Hon- és rendvédelmi	Megfigyelt gyakoriság	266	305	25	9	1471	2076
	Várt gyakoriság	185,77	361,85	33,47	11,64	1483,27	2076
Civil	Megfigyelt gyakoriság	117	441	44	15	1587	2204
	Várt gyakoriság	197,23	384,16	35,53	12,36	1574,73	2204

14. táblázat: A szénhidrátanyagcsere-zavar felismeréséhez vezető laboratóriumi vizsgálatok indikációinak megoszlása a vizsgált mintában és csoportok szerint
(Forrás: szerző saját szerkesztése)

A diagnosztikai indikációk és a vizsgált csoport közötti összefüggést khi-négyszet próbával elemeztem, amelynek eredményét a 15. táblázat mutatja be. A vizsgálat statisztikailag szignifikáns különbséget igazolt a diagnózishoz vezető laboratóriumi vizsgálatok indikációinak megoszlásában a hon- és rendvédelmi és a civil csoport között ($\chi^2(4) = 90,14$; $p < 0,001$). Ez az eredmény azt jelenti, hogy a szénhidrátanyagcsere-zavar felismeréséhez vezető diagnosztikus utak megoszlása nem véletlenszerű, hanem összefügg a vizsgált csoporthovatartozással. Gyakorlati értelemben ez arra utal, hogy a betegség felismerésének módja eltér a hon- és rendvédelmi és a civil csoportban. A hon- és rendvédelmi szektorban nagyobb szerepet kapnak az alkalmassági vizsgálatok során végzett laboratóriumi

ellenőrzések, míg a civil csoportban gyakoribb, hogy a diagnózis panaszok vagy tünetek megjelenése kapcsán történik meg.

Paraméter	Érték	Szabadságfok (df)	p-érték
χ^2	90,14	4	< 0,001
Elemzés (n)	4280	-	-

15. táblázat: A szénhidrátanyagcsere-zavar felismeréséhez vezető laboratóriumi vizsgálatok indikációi és a vizsgálati csoport közötti összefüggés khi-négyzet próba alapján
(Forrás: szerző saját szerkesztése.)

Az összefüggés erősségének megítélésére Cramér-féle V mutatót alkalmaztam, amelynek értéke (Cramér-féle $V = 0,145$) az általánosan alkalmazott irányelvek szerint kismértékű–mérsékelt erősségű asszociációra utal, ugyanakkor a hatás nagyságának megítélése kontextusfüggő — például a kategóriaszám és a mintanagyság függvénye is. Ez azt jelzi, hogy bár a vizsgálati csoport és a diagnosztikai indikációk között statisztikailag igazolható kapcsolat áll fenn, a kapcsolat erőssége korlátozott, és a diagnózishoz vezető utak alakulását további tényezők is befolyásolhatják.

A khi-négyzet próba által jelzett szignifikáns összefüggés értelmezését cellaszintű összehasonlítással egészítettem ki, a megfigyelt és várt gyakoriságok eltérései alapján; a cellaszintű értelmezés az eltérések irányára épült, formális (standardizált) reziduál-elemzést nem végeztem. A cellaszintű értelmezés célja nem inferenciális következtetés levonása volt, hanem a khi-négyzet statisztika mögött meghúzódó strukturális eltérések szemléltetése. Az eltérések iránya egyértelműen jelezte, hogy a teljes khi-négyzet értékhez nem valamennyi kategória járult hozzá azonos mértékben. A khi-négyzet statisztika nagyságát elsősorban néhány, jól körülhatárolható diagnosztikai út határozta meg.

A hon- és rendvédelmi csoportban az alkalmassági vizsgálat keretében történt felismerések száma meghaladta a várható értéket, míg a panaszok vagy tünetek alapján végzett kivizsgálások aránya elmaradt attól. Ezzel szemben a civil csoportban a panaszokhoz és tünetekhez kapcsolódó diagnosztikai út a vártnál gyakrabban fordult elő, míg az alkalmassági vizsgálatok szerepe alulreprezentált volt.

A többi diagnosztikai kategória (szövődmény miatti kivizsgálás, rizikófaktor-alapú szűrés, egyéb ok) esetében a megfigyelt és várt gyakoriságok közötti eltérések kisebb mértékűek voltak, és önmagukban nem magyarázták a teljes khi-négyzet statisztika nagyságát. Az eredmények alapján a statisztikailag szignifikáns összefüggést elsősorban a szervezett alkalmassági vizsgálatok fokozott szerepe a hon- és rendvédelmi állományban, illetve a tünet-

vezérelt felismerés túlsúlya a civil csoportban magyarázza, ami összhangban áll a két ellátási és munkaszervezési rendszer strukturális különbségeivel.

A megfigyelt összefüggés fennmaradását és erősségét ellenőrizve, az „ismeretlen” diagnosztikai körülmény kategória lehetséges torzító hatásának értékelésére szenzitivitási elemzést végeztem. Az (A) forgatókönyvben az ismeretlen eseteket csoporton belül a megfigyelt diagnosztikai kategóriák arányában osztottam szét, majd újraszámoltam a khi-négyzet próbát és a Cramér-féle V értékét. A (B) szélsőérték-elemzés során az ismeretlen eseteket alternatív módon teljes egészében a „panasz/tünet” (B1), illetve az „alkalmassági vizsgálat” (B2) kategóriába soroltam mindkét csoportban, és az elemzéseket ismételtelen elvégeztem.

A B1–B2 forgatókönyvek a klinikailag és szervezeti szempontból legszélsőségebb besorolásokat reprezentálják. A szenzitivitási elemzés eredményeit a 16. táblázat foglalja össze.

Szenzitivitási forgatókönyv	Elemzett esetszám (n)	χ^2	df	p-érték	Cramér- féle V
Eredeti elemzés (ismeretlen kizárva)	4280	90,14	4	< 0,001	0,145
(A) Arányos szétosztás	4820	101,92	4	< 0,001	0,145
(B1) Szélsőérték: minden ismeretlen = panasz/tünet	4820	139,17	4	< 0,001	0,170
(B2) Szélsőérték: minden ismeretlen = alkalmassági vizsgálat	4820	16,34	4	0,003	0,058

16. táblázat: Szenzitivitási elemzés az „ismeretlen diagnosztikai körülmény” kategória kezelésére

Megjegyzés: A táblázat az „ismeretlen diagnosztikai körülmény” kategória kezelésének különböző feltételezései mellett mutatja be a diagnosztikai utak és a csoporthovatartozás közötti összefüggés statisztikai mutatóit. A p-értékek khi-négyzet próbából, az asszociáció erőssége Cramér-féle V mutatóval került meghatározásra.

(Forrás: szerző saját szerkesztése.)

Összefoglalva, a hon- és rendvédelmi és a civil csoport között a szénhidrátanyagcsere-zavar felismeréséhez vezető diagnosztikus utak megoszlása szignifikánsan eltért ($\chi^2(4) = 90,14$; $p < 0,001$), ugyanakkor az összefüggés erőssége kismértékű–mérsékelt volt (Cramér-féle $V = 0,145$). Az eltérés elsősorban a hon- és rendvédelmi csoportban gyakoribb alkalmassági vizsgálatokhoz, illetve a civil csoportban jellemzőbb tünetvezérelt felismeréshez kapcsolódott, és az eredmény különböző szenzitivitási feltételezések mellett is fennmaradt.

1.6. A szénhidrátanyagcsere-zavar felismerésének életkori és diagnosztikai sajátosságainak értelmezése

1.6.1. A diagnóziskori életkor értelmezése

A diagnózis felállításakor fennálló életkor tekintetében a hon- és rendvédelmi szektor és a civil csoport között kismértékű különbség volt megfigyelhető, azonban ez statisztikailag nem bizonyult szignifikánsnak ($p = 0,264$). A nagy elemszám miatt a független mintás t-próba robusztusnak tekinthető a normalitási feltétel esetleges sérülésével szemben. A varianciák különbözőségét kezelő Welch-korrekció alkalmazása sem módosította érdemben az eredményt. Ennek megfelelően az 1. hipotézis azon része, amely a védelmi szektorban későbbi életkorban történő felismerést feltételezte, a jelen vizsgálat adatai alapján nem nyert megerősítést.

Fontos módszertani megjegyzés, hogy a retrospektív adatfeldolgozás sajátosságaiból adódóan a betegség tényleges kialakulásának időpontja nem rekonstruálható, kizárólag annak felismerése vizsgálható. Ezért a diagnóziskori életkor ezért nem tekinthető a betegség kezdetének életkorával azonosnak.

A szolgálati egészségügyi ellenőrzések rendszere miatt a védelmi szektor dolgozói rendszeres, a civil populációhoz képest szigorúbb orvosi ellenőrzésben részesülnek. Ennek következtében a szénhidrátanyagcsere-zavar felismerése esetükben már tünetmentes állapotban is megtörténhet, még a kifejezett panaszok, tünetek vagy szövődmények megjelenése előtt.

A két csoport közötti átlagéletkor-különbség abszolút mértéke 0,4 év volt (53,2 vs. 52,8 év), amely a szénhidrátanyagcsere-zavar több évtizedes természetes lefolyásához viszonyítva elhanyagolhatónak tekinthető. A számított hatásméret minimális volt (Cohen-féle $d \approx 0,03$), így az eltérés sem statisztikai, sem klinikai szempontból nem tekinthető releváns különbségnek; a csoport-hovatartozás önmagában nem magyarázza érdemben a diagnóziskori életkor alakulását.

Az alcsoport-elemzés célja annak vizsgálata volt, hogy a védelmi szektoron belül kimutathatók-e olyan különbségek, amelyek a teljes hon- és rendvédelmi csoport aggregált elemzésében nem jelentkeztek. A civil csoport, a honvédségi és a rendvédelmi alcsoportok összehasonlítása statisztikailag kimutatható eltérést jelzett a diagnóziskori életkor tekintetében,

ugyanakkor az eltérések abszolút mértéke kismértékű volt. Az utólagos összehasonlítás alapján a rendvédelmi állományban a felismerés átlagosan korábbi életkorban történt, mint a honvédségi alcsoportban. A civil csoport diagnóziskori életkora szintén alacsonyabbnak adódott a honvédségi alcsoporthoz viszonyítva. A különbségek nagyságrendje megközelítőleg egy év volt, ezért klinikai jelentőségük várhatóan korlátozott; a jelenség inkább a csoportok eltérő összetételével és a felismerést befolyásoló szervezeti tényezőkkel magyarázható.

A hon- és rendvédelmi csoporton belüli eltérések mögött több, szakirodalom alapján relevánsnak tekinthető tényező feltételezhető. A szolgálati terhelés és munkarend (pl. váltott műszak, készenléti szolgálat), a fokozott pszichés igénybevétel és a rendszertelen táplálkozás eltérő metabolikus kockázati profilt eredményezhet. Emellett az alcsoportok eltérő életkori és foglalkozási szerkezete, valamint az állományon belüli beosztási kategóriák (fizikai és adminisztratív jellegű munkakörök) arányai szintén befolyásolhatják a diagnóziskori életkor alakulását.

További szempont, hogy a szolgálati alkalmassági eljárások gyakorisága, tartalma és gyakorlati megvalósulása a védelmi szektoron belül sem feltétlenül egységes. Amennyiben bizonyos állománycsoportokban gyakoribbak vagy szisztematikusabbak a rutinvizsgálatok, az a tünetmentes esetek korábbi detektálását segítheti, míg más alcsoportokban a felismerés nagyobb arányban kapcsolódhat panaszokhoz vagy egyéb egészségügyi eseményekhez. Ennek megfelelően a diagnózishoz vezető utak eltérő súlya (alkalmassági vizsgálat, illetve panasz vagy tünet) a diagnóziskori életkor kismértékű eltolódásában is tükröződhet.

Összességében az alcsoport-elemzés arra utal, hogy a vizsgált hon- és rendvédelmi dolgozók nem tekinthetők egységes kockázati és felismerési mintázatú csoportnak. A honvédségi és a rendvédelmi állomány között statisztikailag kimutatható, ugyanakkor kis hatásméretű különbség mutatkozik a diagnóziskori életkorban. Ez a megállapítás indokoltá teszi a védelmi szektor alcsoportjainak elkülönített vizsgálatát, valamint olyan potenciális zavaró tényezők — például munkarend, beosztás jellege, szolgálati terhelés, testösszetétel, dohányzás vagy gyógyszeresedés — kontrollját, amelyek az anyagcsere-kockázatot és a felismerés időzítését egyaránt befolyásolhatják. E tényezők részletes elemzése meghaladja a disszertáció kereteit, ugyanakkor a további kutatások számára releváns irányt jelöl ki.

1.6.2. A felismerés diagnosztikai útjainak értelmezése

Az 1. hipotézis azon állítása, miszerint a hon- és rendvédelmi szektor dolgozóinál a szénhidrátanyagcsere-zavar felismerése nagyobb arányban szervezett egészségügyi alkalmassági vizsgálatokhoz kapcsolódik, míg a civil csoportban gyakoribb a panasz- vagy tünetvezérelt felismerés, a rendelkezésre álló adatok alapján alátámasztást nyert. A khi-négyzet próba szignifikáns eltérést igazolt a diagnózishoz vezető laboratóriumi vizsgálatok indikációinak megoszlásában a hon- és rendvédelmi, illetve a civil csoport között ($\chi^2(4) = 90,14; p < 0,001$). Ez arra utal, hogy a felismerés körülményei nem véletlenszerű eloszlást jeleznek, hanem összefüggést mutatnak a vizsgált csoporthovatartozással. A khi-négyzet statisztika nagyságához elsősorban az alkalmassági vizsgálat, illetve a panasz- vagy tünetvezérelt kivizsgáláshoz kapcsolódó kategóriák járultak hozzá, amit a megfigyelt és várt gyakoriságok közötti eltérések iránya és nagysága is alátámaszt.

A különbségek elsősorban az „alkalmassági vizsgálat” és a „panasz/tünet” kategóriákban jelentkeztek. A hon- és rendvédelmi csoportban a szénhidrátanyagcsere-zavar felismerése érvényesen 12,8%-ban alkalmassági vizsgálat keretében történt, míg a civil csoportban ez az arány 5,3% volt. Ezzel szemben a panaszokhoz vagy tünetekhez kapcsolódó diagnosztika a civil csoportban gyakoribb volt (20,0%), mint a hon- és rendvédelmi csoportban (14,7%). Ezek az eltérések összhangban állnak azzal a szervezeti sajátossággal, ami összefüggésbe hozható a védelmi szektor intézményesített alkalmassági rendszerével.

Az összefüggés erősségét jelző Cramér-féle V értéke (0,145) a szokásosan alkalmazott értelmezési küszöbök alapján kismértékű–mérsékelt asszociációra utal. Ez azt jelzi, hogy bár a csoporthovatartozás és a diagnosztikai út között statisztikailag igazolható kapcsolat áll fenn, a csoporttagság nem kizárólagos meghatározója a felismerés módjának. A diagnosztikai utak alakulását feltehetően további tényezők is befolyásolják, például az életkor, a nem, az egyéni rizikóprofil (pl. magasvérnyomás-betegség, elhízás), az egészségügyi ellátáshoz való hozzáférés, valamint a dokumentációs gyakorlat. Nagy elemszám esetén kisebb hatásméret mellett is kimutatható statisztikai szignifikancia, ezért a gyakorlati jelentőség külön értékelést igényel.

A panaszok vagy tünetek alapján indított kivizsgálás mindkét fő csoportban a második leggyakoribb diagnosztikus útnak bizonyult. Ez a felismerési forma a védelmi szektor szempontjából különös jelentőséggel bírhat, mivel a panaszokkal járó állapotok már potenciálisan befolyásolhatják a szolgálati feladatok biztonságos ellátását. Bár arányuk a hon-

és rendvédelmi csoportban alacsonyabb volt, jelenlétük arra utal, hogy a szervezett alkalmassági rendszer mellett a klinikai tünetek továbbra is érdemi szerepet töltenek be a felismerés folyamatában.

A szénhidrátanyagcsere-zavar felismerése krónikus szövődmény fennállásához kapcsolódva viszonylag alacsony arányban fordult elő mindkét csoportban (civil: 2,0%; hon- és rendvédelmi: 1,2% érvényes arány). Ez arra utal, hogy a diagnózis többnyire nem a már kialakult szövődmény kapcsán történik. Ugyanakkor a retrospektív dokumentáció sajátosságai miatt feltételezhető, hogy a „szövődmény miatti” kategória alulbecsült lehet, különösen olyan esetekben, amikor a laboratóriumi vizsgálat más ellátási folyamat — például műtét előtti kivizsgálás vagy kardiológiai gondozás — részeként történt, és így az „egyéb ok” kategóriába került.

A rizikófaktorok alapján végzett célzott szűrővizsgálat mind a hon- és rendvédelmi, mind a civil csoportban rendkívül alacsony arányban fordult elő. Ez különösen a védelmi szektor szempontjából figyelemre méltó, mivel a strukturált, preventív szemléletű szűrés kínálná a legnagyobb lehetőséget a szénhidrátanyagcsere-zavar korai, tünetmentes fázisban történő felismerésére, még a szolgáltatéképességet veszélyeztető állapotok kialakulása előtt. Az ilyen szűrés előnye ebben a populációban, hogy a rendszeres, kötelező egészségügyi alkalmassági vizsgálatokhoz illeszthető, így minimális többletterheléssel biztosíthatná a korai, még tünetmentes stádiumban történő felismerést. A hatékonyság tovább növelhető lenne standardizált rizikóbecslő eszközök rutinszerű alkalmazásával, valamint a kóros eredményt mutató egyének célzott utánkövetésével, ami nemcsak az egyéni egészségi kimeneteleket, hanem a hosszú távú szolgáltatéképesség megőrzését is támogatná.

Az „egyéb ok” kategória mindkét fő csoportban kiemelkedően magas arányt képviselt (hon- és rendvédelmi: 70,9%; civil: 72,0%). Ez a jelenség nem csupán módszertani korlátként értelmezhető, hanem rendszerszintű sajátosság lehetőségét is felveti. A diagnosztikai indikációk ilyen mértékű koncentrációja arra enged következtetni, hogy a szénhidrátanyagcsere-zavar felismerése a vizsgált ellátási környezetben jellemzően nem explicit, rizikóalapú vagy célzott szűrési logika mentén történik. Az eredmények alapján feltételezhető, hogy a diagnózis nem ritkán más klinikai folyamatokhoz kapcsolódó mellékleteként kerül azonosításra. Ez a dokumentációs és ellátásszervezési gyakorlat jellemzőit tükrözi, és arra utal, hogy mind a civil, mind a hon- és rendvédelmi ellátórendszerben a strukturált, preventív szemléletű szűrés jelenleg háttérbe szorul a felismerési folyamatban.

A jelen eredmények alapján hipotetikusán felvethető, hogy a digitális egészségügyi adatrendszerek fejlődése lehetőséget teremthet arra, hogy az ellátás során keletkező, jelenleg fragmentáltan megjelenő adatok strukturált módon támogassák a rizikóalapú felismerést. Az elektronikus egészségügyi nyilvántartásokból származó longitudinális adatok integrált elemzése — akár döntéstámogató algoritmusok alkalmazásával — elméletileg hozzájárulhatna ahhoz, hogy a szénhidrátanyagcsere-zavar kialakulásának kockázata már a klinikai manifesztációt megelőzően azonosítható legyen, és ne kizárólag más ellátási folyamatok mellékleteként kerüljön felismerésre.

Az „ismeretlen diagnosztikai körülmény” kategória eltérő aránya a vizsgált csoportok között potenciális módszertani kockázatot jelenthetett volna az összehasonlító elemzésekben. A szenzitivitási elemzés eredményei azonban azt mutatták, hogy a diagnosztikai utak megoszlása és a csoport-hovatartozás közötti összefüggés a különböző hiányzóadat-kezelési feltételezések mellett is fennmaradt. Ez arra utal, hogy a fő következtetések nem az „ismeretlen” kategóriába tartozó esetek besorolásától függenek, hanem stabil rendszerszintű különbségeket tükröznek.

Összefoglalva, a diagnosztikai utak megoszlása szignifikánsan eltért a hon- és rendvédelmi, illetve a civil csoport között ($\chi^2(4) = 90,14; p < 0,001$), elsősorban az alkalmassági vizsgálatokhoz és a panaszvezérelt felismeréshez kapcsolódó aránykülönbségek miatt. Az asszociáció erőssége kismértékű–mérsékelt volt (Cramér-féle $V = 0,145$), ugyanakkor a megfigyelt eltérések következetes szervezeti mintázatot tükröznek, és érdemi információval szolgálnak a szénhidrátanyagcsere-zavar felismerésének jelenlegi rendszerszintű gyakorlatáról.

1.6.3. A szénhidrátanyagcsere-zavar felismerésének életmódi, nemek szerinti és időbeli összefüggései

A hon- és rendvédelmi munkavégzés sajátosságai olyan életmódbeli és környezeti tényezőkkel járhatnak együtt, amelyek a rendszeres fizikai aktivitás kedvező anyagcsere-hatásait részben ellensúlyozzák. Ezek a szakirodalom alapján összefüggésbe hozhatók a szénhidrátanyagcsere-zavar kialakulásával és felismerésének időzítésével.

Kiemelendő az alvás mennyiségének és minőségének romlása, valamint a krónikus stressz tartós fennállása. Az alvás tartós zavara a szakirodalom szerint a T2DM ismert kockázati tényezője; a rövidebb alvásidő a nemzetközi adatok szerint fokozatos

kockázatemelkedéssel jár. Ez a hon- és rendvédelmi állomány esetében különösen releváns az éjszakai és váltott műszakos szolgálat gyakorisága miatt.

A krónikus stresszhez társuló neuroendokrin és gyulladásos mechanizmusok hozzájárulhatnak azokhoz a metabolikus folyamatokhoz, amelyek a T2DM patogenezisének központi elemét képező inzulinrezisztencia kialakulásához vezethetnek. A védelmi szervek alkalmazottai fokozott fizikai és pszichés terhelésnek vannak kitéve, szolgálati feladataik pedig gyakran jelentős felelősséggel és kockázattal járnak. A hierarchikus szervezeti struktúra és a döntési felelősség további tartós stresszforrást jelenthet. E tényezők integrált értelmezésére a disszertáció összegző megvitatásában térek vissza.

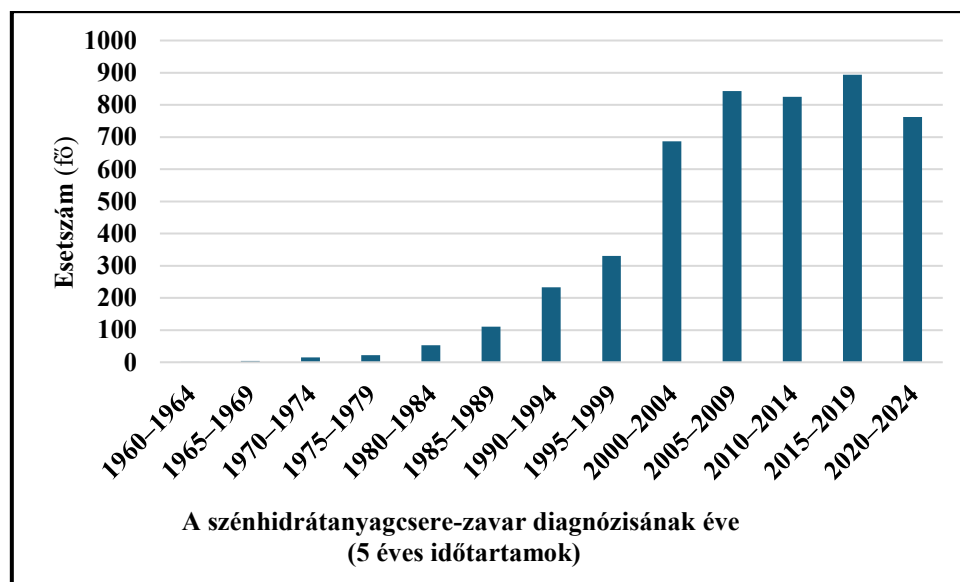
A teljes vizsgált mintában a T2DM felismerése férfiaknál korábbi életkorban, elsősorban a 40–64 éves korosztályban történt, csúcspontja az 50–54 éves életkorra esett. Nők esetében a diagnózisok száma későbbi életkorban, jellemzően az 55–59 éves korcsoportban érte el a maximumot. Összességében a 45–64 éves életkori sáv tekinthető a felismerés szempontjából leginkább érintett időszaknak.

A NEAK adatbázisa alapján végzett korábbi felmérésben a 2016-ban regisztrált új T2DM esetek tekintetében 35–64 éves életkor között férfi túlsúly, 35 év alatt és 65 év felett női túlsúly mutatkozott. A jelen vizsgálat eredményei ezzel közvetlen módon nem hasonlíthatók össze, mert eltérő időszakra és betegpopulációra jellemzőek. Emellett retrospektív adatgyűjtési módszert alkalmaztam az 1961–2023 között diagnosztizált esetek feldolgozásával. Ugyanakkor az életkor és a nemek szerinti megoszlás iránya összhangot mutat a korábbi országos tendenciákkal. A felismerés férfiaknál jellemzően korábbi, középkorú életkorban történik, míg nőknél későbbi életkorban, elnyújtottabb eloszlással és időskori relatív túlsúllyal. Az összehasonlíthatóságot korlátozza, hogy a diabetes és a prediabetesz diagnosztikai kritériumai a vizsgált évtizedek során többször módosultak.

Az életkor előrehaladtával mindkét nemnél nagyobb számban kerültek felismerésre T2DM esetek, ugyanakkor a diagnózis időzítésében nemspecifikus mintázat figyelhető meg. Ennek értelmezésekor figyelembe kell venni, hogy a védelmi szektor nemi összetétele férfidominanciát mutat. Bár a Magyar Honvédségben a nők aránya az elmúlt évtizedekben folyamatosan emelkedett — a korábbi mintegy 1%-ról a 2000-es évek második felére 15–16%-ra, majd 2018-ra közel 20%-ra —, az állomány nemi összetétele továbbra is eltér a civil populációétól.

A diagnózisok időbeli megoszlásának értelmezésekor figyelembe kell venni, hogy a vizsgálat több évtizedet (1961–2023) átfogó időszakot ölel fel. Ez nemcsak az epidemiológiai változásokat, hanem dokumentációs és ellátásszervezési sajátosságokat, valamint a szűrési gyakorlat és diagnosztikai aktivitás időbeli változásait is tükrözheti.

Az időbeli eloszlást a 11. ábra szemlélteti.



11. ábra: A szénhidrátanyagcsere-zavar diagnózisok száma a teljes populációban 5 éves időszakok szerint (n = 4808)

Megjegyzés: A diagnózisok időbeli megoszlása 5 éves intervallumokban került bemutatásra.
(Forrás: szerző saját szerkesztése.)

A teljes vizsgált mintában a prediabetesz dokumentált aránya a hon- és rendvédelmi csoportban kissé magasabb volt, mint a civil csoportban. Ennek értelmezésekor figyelembe kell venni, hogy a diagnózisok több évtizedet ölelnek fel, és a kórmegelőző állapotok diagnosztikai kritériumai a vizsgált időszak során jelentősen változtak.

Ennek alapján a jelen eredmények elsősorban a felismerés és dokumentálás időbeli, illetve szervezeti sajátosságait tükrözik, és nem értelmezhetők közvetlen bizonyítékként a vizsgált csoportok közötti valódi metabolikus kockázati különbségek.

1.6.4. A vizsgálat módszertani korlátai és az eredmények értelmezési tartománya

A vizsgálat eredményeinek értelmezése során több módszertani korlát figyelembevétele szükséges. A vizsgálati populáció diabetológiai szakrendelésen gondozott betegek szelektált csoportjából állt, ami módszertani értelemben szelekciós torzítás kockázatát hordozza, mivel a vizsgálati minta nem populációalapú, hanem szakellátásba kerülő betegek körére korlátozódik. Ennek következtében a „felismerés útja” változó, nem a teljes populációban zajló

betegfelismerési folyamatot, hanem kifejezetten a diabetológiai gondozásba kerüléshez vezető diagnosztikai körülményeket írja le.

A szénhidrátanyagcsere-zavar felismerésének körülménye a retrospektív adatfeldolgozás során az ambuláns orvosi dokumentáció szöveges tartalma alapján került meghatározásra. A dokumentáció részletessége és terminológiája időben és az ellátónként heterogén volt; az elemzés ezért szükségszerűen a szöveges leírásban megjelenő, a felismerés körülményeire utaló kifejezések azonosításán alapult. Ez klasszifikációs bizonytalanság lehetőségét hordozza, különösen az „egyéb ok” és a célzott szűrés kategóriáinak elhatárolásában. A besorolás egységes értelmezési szempontok alapján történt; a vizsgálat célja ugyanakkor nem egy új diagnosztikai kategorizáció validálása, hanem a felismerési mintázatok rendszerszintű összehasonlítása volt.

Az „egyéb ok” kategória mindkét fő vizsgálati csoportban kiemelkedően magas arányt képviselt, heterogén klinikai helyzeteket összefogva. A retrospektív adatfeldolgozás során a kategória belső alcsoportjainak egységes és megbízható elkülönítése a dokumentáció változó részletessége miatt nem volt minden esetben kivitelezhető, ami a kategória értelmezési heterogenitását tovább növeli.

Hasonló módszertani korlátot jelent az „ismeretlen” diagnosztikai körülmény kategória megléte és eltérő aránya a vizsgált csoportok között. Ezen esetek kizárása az összehasonlító elemzésekből potenciálisan differenciális információvesztéshez vezethetett, ugyanakkor utólagos, megbízható besorolásuk a dokumentáció hiányosságai miatt nem volt lehetséges. A jövőben a diagnosztikai indikációk strukturáltabb és egységesebb rögzítése, valamint előre definiált kategóriarendszer alkalmazása lehetőséget teremthetne az „egyéb” és „ismeretlen” körülmények pontosabb elkülönítésére, ezáltal a felismerési mintázatok megbízhatóbb rendszerszintű elemzésére.

A besorolási bizonytalanságok kezelésére formális kódolási szabálykönyv és interrater megbízhatósági vizsgálat nem került beépítésre a vizsgálati tervbe. Ilyen körülmények között az interrater megbízhatósági vizsgálat elsősorban a dokumentáció heterogenitását tükrözte volna, nem pedig a kategorizációs elvek reprodukálhatóságát. A besorolást egyetlen kódoló végezte egységes értelmezési elvek mentén; ilyen körülmények között egy formális interrater megbízhatósági vizsgálat várható hozzáadott értéke korlátozott lett volna. Egy jövőbeni, prospektív adatgyűjtés során a strukturált dokumentáció és az előre definiált kódolási

szabályrendszer alkalmazása lehetővé tenné az interrater megbízhatóság formális vizsgálatát is.

Az eredmények értelmezését befolyásolja, hogy a vizsgálatba bevont diagnózisok több évtizedet átfogó időszakból származnak. A diagnózisok időbeli összehasonlíthatóságának értelmezéséhez szükséges áttekinteni a diabetes diagnosztikai kritériumrendszerének történeti változásait. A cukorbetegség diagnosztikája a 2000-es évek elejéig a WHO által 1980-ban elfogadott¹²¹, majd 1985-ben módosításra került ajánlása¹²² alapján történt, a diagnózist a „hyperglikémia és az ehhez társuló glycosuria¹²³ alapján”¹²⁴, „legtöbbször a vizelet vizsgálatával”¹²⁵ állítottuk fel Magyarországon. Már az 1980-as években megkülönböztettük a csökkent glükóztoleranciát a definitív cukorbetegségtől, és az évtized második felére a cukorvizelet már kikerült a diagnosztikai kritériumrendszerből. Az ADA 1997-ben új osztályozási rendszer mellett új diagnosztikai kritériumrendszer alkalmazását javasolta, módosított küszöbértékekkel és az IFG állapot megkülönböztetésével.¹²⁶ A HbA1c diagnosztikai kritériumként történő alkalmazását az ADA 2010-ben javasolta; az 5,7–6,4% közötti tartományt kezdetben fokozott kockázatként, majd 2016-tól prediabetesként definiálták.¹²⁷ E kritériumváltozások következtében a korábban diagnosztizált esetek egy része a jelenlegi definíciók alapján eltérő besorolás alá esne, különösen a kórmegelőző állapotok tekintetében.

Ennek megfelelően a vizsgálat eredményei nem a szénhidrátanyagcsere-zavar valódi incidenciájának időbeli alakulását tükrözik, hanem a felismerés és dokumentálás történetileg és szervezetileg meghatározott mintázatait. A vizsgálat során több statisztikai összehasonlítás történt, az alcsoport-elemzések exploratív jellegűek voltak; az eredmények értékelésekor ezért a statisztikai szignifikancia mellett a hatásméret és a klinikai relevancia kapott hangsúlyt.

A vizsgálat megfigyeléses, retrospektív jellege és a szelektált betegpopuláció miatt az eredmények ok-okozati összefüggések igazolására nem alkalmasak; a feltárt különbségek a szénhidrátanyagcsere-zavar felismerésének körülményeire vonatkozó asszociációként értelmezendők. Prospektív vizsgálati elrendezésben a diagnosztikai körülmények strukturált,

¹²¹ WHO 1980

¹²² WHO 1985

¹²³ A glycosuria (glikozúria) kifejezés, szemben a glükozúriával a nem csak a glükóz, hanem egyéb cukorfajta (fruktóz, galaktóz...) vizeletben való jelenlétére utal.

¹²⁴ PETRÁNYI 1983:434

¹²⁵ MAGYAR, PETRÁNYI 1986:1741

¹²⁶ ADA 1997

¹²⁷ ADA 2010:13; ADA 2016:5

előre definiált rögzítése módszertanilag indokolt lenne; a jelen vizsgálat keretei azonban ezt nem tették lehetővé, ami egyben a további kutatások irányát is kijelöli.

1.7. Az 1. hipotézis összegző értékelése és részkövetkeztetései

Az 1. hipotézis vizsgálatának fő megállapításai az alábbiakban foglalhatók össze:

- A szénhidrátanyagcsere-zavar felismerésekor fennálló életkor tekintetében a hon- és rendvédelmi és a civil csoport között érdemi különbség nem igazolódott ($p = 0,264$; Cohen-féle $d = 0,03$).
- A diagnózishoz vezető laboratóriumi vizsgálatok indikációinak megoszlása szignifikánsan eltért a két csoport között ($\chi^2(4) = 90,14$; $p < 0,001$; Cramér-féle $V = 0,15$), amely elsősorban a hon- és rendvédelmi csoportban gyakoribb alkalmassági vizsgálatokhoz kötődő felismerésből, valamint a civil csoportban dominánsabb panasz- vagy tünetvezérelt diagnosztikus útból adódott.
- A rizikófaktorok alapján végzett célzott, prevenciós szűrővizsgálat dokumentált szerepe mindkét csoportban marginális volt ($\leq 1\%$), ami rendszerszintű korlátozottságra utalhat.

Az 1. hipotézis két elkülöníthető állítást fogalmazott meg: egyrészt azt, hogy a hon- és rendvédelmi dolgozók körében a felismerés későbbi életkorban történik, mint a civil csoportban; másrészt azt, hogy a diagnózis nagyobb arányban kapcsolódik szervezett alkalmassági vizsgálatokhoz, és ritkábban panasz- vagy tünetvezérelt kivizsgáláshoz.

A diagnóziskori életkor elemzése alapján a két fő csoport között sem statisztikailag, sem klinikailag releváns különbség nem igazolódott. Az átlagéletkorok közel azonosak voltak (53,2 vs. 52,8 év), a különbség abszolút mértéke 0,4 évnek adódott, a hatásméret elhanyagolható (Cohen-féle $d = 0,03$). Ennek megfelelően az 1. hipotézis első állítása nem nyert megerősítést.

A diagnosztikai indikációk megoszlása ezzel szemben szignifikáns eltérést mutatott. A hon- és rendvédelmi csoportban gyakoribb volt az alkalmassági vizsgálatokhoz kötődő felismerés, míg a civil csoportban a panasz- vagy tünetvezérelt diagnosztikai út dominált. Ez az eltérés a védelmi szektor intézményesített egészségügyi ellenőrzési gyakorlatával összefüggésbe hozható.

A Cramér-féle V kismértékű–mérsékelt asszociációt jelzett, ami arra utal, hogy a csoport-hovatartozás statisztikailag igazolható, de nem kizárólagos meghatározója a felismerés módjának.

Az eredmények értelmezését befolyásolja a diagnosztikai kritériumok történeti változása és a dokumentáció időbeli heterogenitása. A prediabetes definíciójának átalakulása a korábbi időszakokban a kórmegelőző állapotok alulbecsléséhez vezethetett, ezért az aránykülönbségek értelmezése csak időbeli kontextusban megalapozott.

Fontos módszertani korlát, hogy a vizsgálat nem populációalapú mintán, hanem diabetológiai szakellátásban megjelent betegek körében történt. Ennek megfelelően az eredmények elsősorban a szakellátásba kerüléshez vezető felismerési mintázatokat tükrözik, és nem tekinthetők a teljes hon- és rendvédelmi, illetve civil populációra reprezentatívnak. Ugyanakkor a szakellátásba vezető diagnosztikus utak elemzése érdemi információt szolgáltat az ellátórendszer működéséről, különösen a foglalkozás-egészségügyi szűrés szerepének megítélése szempontjából.

Összességében az 1. hipotézis részleges megerősítést nyert: a diagnózis körülményeiben kimutatható, szervezeti sajátosságokra visszavezethető eltérések igazolódtak, míg a diagnóziskori életkor tekintetében a feltételezett irányú különbség nem igazolódott.

Az eredmények arra utalnak, hogy a szénhidrátanyagcsere-zavar felismerésének mintázatát nemcsak egyéni kockázati tényezők, hanem a munkakörnyezet és az egészségügyi ellenőrzési rendszer strukturális sajátosságai is érdemben befolyásolják.

2. A 2-ES TÍPUSÚ CUKORBETEGSÉG NAGYÉR-SZÖVŐDMÉNYEINEK ELŐFORDULÁSA ÉS IDŐBELI MEGJELENÉSE HON- ÉS RENDVÉDELMI, VALAMINT CIVIL BETEGEK ÖSSZEHAISONLÍTÁSÁBAN

2.1. Célkitűzés

A 2. hipotézishez kapcsolódó cél annak vizsgálata, hogy a T2DM-hez és kórmegelőző állapotaihoz társuló, a munkaképességet érdemben befolyásoló krónikus nagyér-szövődmények előfordulása és időbeli megjelenése eltér-e a diabetológiai gondozás alatt álló hon- és rendvédelmi dolgozók és a civil csoport között.

Ennek keretében elemzem, hogy e szövődmények a két csoportban milyen betegségstadium után és milyen életkorban manifesztálódnak elsőként. Vizsgálom továbbá, hogy a hon- és rendvédelmi dolgozóknál ritkábban és hosszabb fennállási időt követően jelentkeznek-e a civil csoporthoz viszonyítva.

Az elemzés kiterjed arra is, hogy a krónikus nagyér-szövődmények előfordulási mintázata és időbeli jellemzői (betegségstadium, diagnóziskori életkor) nemek szerint hogyan alakulnak, és a nemi különbségek a hon- és rendvédelmi, illetve a civil csoportban azonos vagy eltérő módon érvényesülnek-e.

Ennek megfelelően az elemzés magában foglalja az elsőként dokumentált krónikus nagyér-szövődmény jelenlétének és típus szerinti megoszlásának vizsgálatát. Emellett elemzem a szövődmény diagnózisakor fennálló betegségstadiumot és életkort. Az így nyert adatok lehetővé teszik a hon- és rendvédelmi, valamint a civil csoport nemek szerinti leíró és statisztikai összehasonlítását.

2.2. Kutatási módszer

2.2.1. Vizsgálati terv és adatforrás

A jelen alfejezetben ismertetett módszertani megközelítés megegyezik az 1. hipotézis vizsgálata során alkalmazott eljárásokkal, mivel a 2. hipotézis elemzése ugyanazon klinikai vizsgálat részeként, azonos adatforrás felhasználásával történik. Tekintettel arra, hogy a

vizsgálati populáció, valamint a beválasztási és kizárási kritériumok megegyeznek az 1. hipotézis elemzése során alkalmazottakkal, ezek részletes ismertetésére jelen alfejezetben nem kerül sor.

2.2.2. Vizsgálati változók és azok kategorizálásának elvei

A retrospektív vizsgálat során elemzett változók meghatározása a kutatási célkitűzésekhez és a megfogalmazott hipotézishez igazodott. A vizsgált paraméterek a cukorbetegség krónikus nagyér-szövődményeinek jelenlétére, típusára és időbeli megjelenésére fókuszáltak, lehetővé téve a hon- és rendvédelmi és a civil csoport közötti összehasonlító elemzést.

Ennek megfelelően a cukorbetegség mellett kialakuló elsőként diagnosztizált krónikus nagyér-szövődménnyel kapcsolatban alábbi változókat elemzem:

- jelenléte;
- jelenléte esetén annak típusa;
- diagnosztizálás időpontjában fennálló életkor;
- diagnosztizálás időpontjában fennálló betegség tartam.

A vizsgált változók ilyen struktúrájú meghatározása lehetővé teszi annak értékelését, hogy a krónikus nagyér-szövődmények nemcsak előfordulásuk gyakorisága, hanem időbeli megjelenésük tekintetében is különbséget mutatnak-e a vizsgált csoportok között.

A két nem (férfi/nő) a vizsgálatban rétegző (stratifikációs) változóként szerepelt. A nemek szerinti elemzések célja nem a kimenetek közötti oksági összefüggések vizsgálata volt, hanem az elsőként dokumentált krónikus nagyér-szövődmények időbeli jellemzőinek (betegség tartam, diagnóziskori életkor) leíró összehasonlítása a két nemben, a szövődmentípusok nemek szerinti bontása nélkül.

2.2.3. Az elsőként diagnosztizált nagyér-szövődmentípusának meghatározása

A retrospektív klinikai vizsgálat során a szénhidrátanyagcsere-zavarhoz társuló krónikus nagyér-szövődmentípusokat az ÉPC-HK egészségügyi informatikai rendszerben elérhető orvosi dokumentáció alapján azonosítottam és rögzítettem. Az elemzés során minden esetben az időrendben elsőként dokumentált eseményt vettem figyelembe, amelyet a továbbiakban „első nagyér-szövődmentípusként” definiálok.

A szövődmény típusának meghatározása előre rögzített, egységes klinikai kritériumok alapján történt, az orvosi dokumentációban szereplő diagnózisok, képalkotó és invazív vizsgálati eredmények, valamint a dokumentált beavatkozások értékelése alapján.

Az első nagyér-szövődmények típus szerinti besorolása három, egymást kizáró érterületi klinikai kategória szerint történt: koszorúér-eredetű, agyiér-eredetű, valamint perifériás érbetegséghez kapcsolódó események. A perifériás kategóriába soroltam minden olyan, nem koszorúér- és nem agyiér-eredetű nagyér-elváltozást, amely a szénhidrátanyagcsere-zavarhoz társuló szisztémás érbetegség részének tekinthető, beleértve az aorta disszekciót¹²⁸ és aneurizmát¹²⁹ is — bár patomechanizmusuk részben eltérhet az ateroszklerotikus eseményektől —.

- Koszorúér- (koronária-)¹³⁰ eredetű események:
 - heveny szívinfarktus¹³¹;
 - heveny szívinfarktus miatti halál;
 - legalább egy fő koszorúér-artérián minimum 50%-os szűkület, invazív kontrasztanyag vizsgálat¹³² eredménye alapján vagy beavatkozás (intervenció)¹³³ szüksége, szívinfarktus nélkül;
- Agyiér-eredetű események:
 - sztrók (érellátási zavar miatti agyi történés);
 - sztrók miatti halál;
 - a belső nyaki főverőér (arteria carotis interna, ACI)¹³⁴ minimum 50%-os szűkülete, elzáródása ultrahangvizsgálattal, mágneses rezonancia

¹²⁸ Az aorta (a szervezet legnagyobb ereinek) a disszekciója során az ér belső rétege megreped, és a vér a rétegek közé préselődik, létrehozva egy állument. Ez a folyamat az aorta falának rétegeit szétválasztja (disszekció), ami súlyos szövődményekhez, akár aorta-ruptúrához is vezethet.

¹²⁹ Az aorta aneurizma az aorta falának kóros, tartós kitágulását jelenti, amely az ér falának strukturális gyengülése következtében alakul ki, és fokozott ruptura-kockázattal jár.

¹³⁰ A koszorúerek a szív saját vérellátását biztosító artériák, amelyek oxigéndús vért szállítanak a szívizomhoz.

¹³¹ A heveny szívinfarktus (akut myocardial infarction, AMI) a szívizom egy részének elhalása, amelyet a koszorúerek elzáródása és a szívizom vérellátásának hirtelen megszakadása okoz.

¹³² A koszorúér invazív kontrasztanyag vizsgálat egy katéteres diagnosztikai eljárás, amely közvetlenül a szív koszorúereibe juttatott kontrasztanyag és röntgensugár segítségével térképezi fel az ereket.

¹³³ A koszorúér-artérián végzett intervenció olyan beavatkozást jelent, amelynek célja a koszorúerek szűkületének vagy elzáródásának kezelése, ezáltal a szívizom vérellátásának helyreállítása. Leggyakoribb formája a percután koszorúér-intervenció (percutaneous coronary intervention, PCI) és a koszorúér-áthidaló műtét (coronary artery bypass grafting, CABG). A PCI egy katéteres eljárás, amely során ballonos tágítást és gyakran sztentbeültetést végeznek. A CABG egy sebészeti beavatkozást jelent, amely során egy másik érrel kerül áthidalásra a szűkült vagy elzáródott érszakasz.

¹³⁴ Az artéria carotis interna a nyaki verőér egyik ága, amely az agy jelentős részének, különösen az elülső és középső területeknek a vérellátásáért felelős.

vizsgálattal (Magnetic Resonance Imaging, MRI) vagy kontrasztanyag
vizsgálat eredménye alapján, vagy annak sebészi revaszkularizációja¹³⁵;

- Perifériás érbetegséghez kapcsolódó események:
 - intermittáló klaudikáció¹³⁶ és 0,9 alatti boka–kar index érték (BKI)¹³⁷;
 - nem traumás eredetű amputáció vagy perifériás sebészeti revaszkularizációs eljárás perifériásér-szűkület miatt;
 - aorta disszekció vagy aneurizma.

A halálozással járó események a kiváltó nagyér-szövődmény típusához kerülnek besorolásra, és nem képeznek önálló szövődménykategóriát. A carotis interna $\geq 50\%$ -os stenosisának bevonása érzékenyebb detekciót tesz lehetővé az agyiér-eredetű ateroszklerotikus eltérések tekintetében, ami a szövődménytípusok relatív megoszlását befolyásolhatja. A vérellátási zavar miatti agyi történésnek jelöltem az iszkémiás¹³⁸, a hemorrágiás¹³⁹ és a nem definiált sztrókot. A szív- és érrendszeri szövődmények közül az átmeneti iszkémiás roham (Transient ischemic attack, TIA)¹⁴⁰, a nem iszkémiás eredetű szívelégtelenség és a szívritmuszavar jelenlétét az adatgyűjtés során nem vettem figyelembe.

Az elemzésben nem a nagyér-események valódi incidenciáját, hanem a klinikai dokumentációban elsőként megjelenő manifesztáció időpontját vizsgáltam, amely a diagnosztikus aktivitás és az ellátórendszer sajátosságainak hatását is tükrözheti.

2.2.4. Adatkezelési elvek, hiányzó adatok kezelése és az érvényes esetszámok meghatározása

Az adatbázis retrospektív, klinikai dokumentáción alapuló jellege miatt az egyes vizsgált változók esetében eltérő mértékben állt rendelkezésre értékelhető információ. Ennek

¹³⁵ A revaszkularizáció egy olyan orvosi beavatkozás, amelynek célja a vérellátás helyreállítása egy elzáródott vagy beszűkült érszakaszban.

¹³⁶ Az intermittáló klaudikáció a perifériás verőérbetegség (peripheral artery disease, PAD) jellegzetes tünete, amely terhelésre jelentkező, majd pihenésre megszűnő lábfájdalmat jelent. Az alsó végtag izmainak oxigénhiánya okozza, amit az artériák szűkülete vagy elzáródása vált ki. Általában járás közben jelentkezik, és a betegnek meg kell állnia a fájdalom enyhüléséhez.

¹³⁷ A boka–kar index (BKI) egy diagnosztikai mérőszám, amely a PAD kimutatására szolgál. Az alsó és felső végtagi vérnyomások arányát jelenti, amely normál esetben 0,9 és 1,3 között van. A 0,9 alatti érték utalhat érszűkületre, az 1,3 feletti érték pedig érfali meszesedésre.

¹³⁸ Az iszkémiás sztrók vérellátási elégtelenség, általában egy ér elzáródása következtében kialakuló agyi károsodás.

¹³⁹ A haemorrhagiás sztrók érrepedés következtében kialakuló vérzés miatti agykárosodás.

¹⁴⁰ Az agy egyes területeinek átmeneti vérellátási zavara miatt kialakuló, rövid ideig tartó neurológiai tünetekkel járó állapot, ami gyakran a sztrók előjele lehet, de maradandó károsodást nem okoz.

megfelelően az egyes elemzésekben szereplő érvényes esetszám (n) nem állandó, hanem az adott elemzéshez szükséges változók rendelkezésre állásától függően alakult.

Azoknál a betegeknél, akiknél krónikus nagyér-szövődmény nem volt dokumentálható, azonban a vizsgálati időszak utolsó félévében (2023. július 1. és 2023. december 31. között) nem jelentek meg gondozáson, és a kórházi informatikai rendszerben sem állt rendelkezésre releváns eseményre utaló adat, a nagyér-szövődmények státuszát „ismeretlen” kategóriába soroltam. E besorolás célja annak elkerülése volt, hogy a hiányos követési információval rendelkező esetek tévesen szövődmenymentesként kerüljenek értelmezésre. Az „ismeretlen” státuszú eseteket az érvényes arányok számításakor kizártam.

A krónikus nagyér-szövődmények előfordulásának (jelenlét/hiány) elemzése során kizárólag azon betegek kerültek bevonásra, akiknél a szövődmény státusza a rendelkezésre álló dokumentáció alapján egyértelműen meghatározható volt.

Azon esetekben, amikor a krónikus nagyér-szövődmény kialakulásának időpontja, illetve a szénhidrátanyagcsere-zavar fennállásának időtartama a rendelkezésre álló dokumentáció alapján nem volt egyértelműen meghatározható, az érintett időalapú változókat hiányzó adatként kezeltem. Az ilyen eseteket kizárólag az adott időbeli elemzésből zártam ki, egyéb elemzésekben azonban szerepeltek.

A nagyér-szövődmények típus szerinti megoszlásának vizsgálata kizárólag a szövődmenyes esetek körében történt, mivel a kategorizálás klinikai kritériumai csak az első nagyér-szövődmény megléte esetén értelmezhetők. Az arányszámok közlése során következetesen megkülönböztetem a teljes vizsgálati populációra vonatkoztatott arányokat és az érvényes esetekre számított („érvényes százalék”) arányokat, utóbbit az ismeretlen státuszú esetek kizárását követően.

Az időbeli elemzések — a szövődmény diagnózisáig eltelt betegségtartam, illetve a diagnózis időpontjához kapcsolódó életkor — esetében további kizárási kritériumot jelentett, ha a szövődmény kialakulásának éve vagy a szénhidrátanyagcsere-zavar kezdetének ideje a dokumentáció alapján nem volt megbízhatóan meghatározható. Ilyen esetekben az érintett időalapú változót hiányzó adatként kezeltem, és az adott elemzésből kizártam.

A nemek szerinti leíró elemzések során az érvényes esetszámot szintén az határozta meg, hogy az adott változó rendelkezésre állt-e; ennek következtében az egyes alfejezetekben szereplő n értékek kismértékben eltérhetnek egymástól. Az esetszámok eltérését minden

táblázat- és ábrafeliratban külön feltüntettem, és az eredmények értelmezése során minden esetben az adott elemzéshez tartozó érvényes esetszám szolgált nevezőként.

Ezen adatkezelési és nevezőképzési elvek alkalmazásának célja a dokumentációs és követési hiányosságokból eredő információs torzítás mérséklése, az összehasonlító elemzések érvényességének és átláthatóságának növelése, valamint az eredmények reprodukálhatóságának biztosítása.

2.2.5. A tudományos hipotézis statisztikai feldolgozásának módszertana

A 2. hipotézis statisztikai vizsgálatának célja annak értékelése volt, hogy a krónikus nagyér-szövődmények előfordulása és időbeli megjelenése eltér-e a diabetológiai gondozás alatt álló hon- és rendvédelmi szektorban dolgozók és a civil csoport között. A statisztikai elemzéseket a JASP statisztikai szoftver alkalmazásával végeztem.

Bár az időalapú változók eloszlása aszimmetriát mutatott, és szélsőértékeket is tartalmazott, a nagy elemszám és a csoportok hasonló mérete mellett a paraméteres próbák robusztusnak tekinthetők az eloszlási feltételek mérsékelt sérülésével szemben. A leíró statisztikákban bemutatott mediánértékek és interkvartilis tartományok az átlagalapú összehasonlításokkal azonos irányú különbségeket jeleztek, ami a következtetések stabilitását alátámasztja.

A krónikus nagyér-szövődmények előfordulásának csoportok közötti összehasonlítását khi-négyszet próbával végeztem; alacsony várható esetszám esetén Fisher-féle egzakt próbát alkalmaztam. A kapcsolat erősségének jellemzésére esélyhányadost (odds ratio, OR) számítottam 95%-os konfidencia-intervallummal.

Az időbeli változók — a krónikus nagyér-szövődmény diagnózisáig eltelt betegség tartam, valamint a diagnóziskor fennálló életkor — csoportok közötti összehasonlítására független mintás t-próbát alkalmaztam. Bár az időbeli változók eloszlása aszimmetriát mutatott, a nagy elemszámra tekintettel a centrális határeloszlás-tétel alapján a mintavételi átlag eloszlása közel normálisnak tekinthető, ezért a paraméteres próba alkalmazása módszertanilag indokolt volt. A varianciák homogenitását Levene-próbával ellenőriztem. Amennyiben az egyenlő varianciák feltétele nem teljesült, Welch-féle korrekciót alkalmaztam. A csoportkülönbségek nagyságának jellemzésére Cohen-féle d hatásméretet számítottam.

A nem és a foglalkozási csoport együttes hatásának vizsgálatára kétutas varianciaanalízist (ANOVA) alkalmaztam Type III négyzetösszegek felhasználásával. A modell lehetővé tette annak vizsgálatát, hogy a nem és a foglalkozási csoport hatása additív módon vagy egymással kölcsönhatásban érvényesül-e. Az elemzések során a főhatásokat és az interakciós hatásokat egyaránt értékeltem. A varianciahomogenitást Levene-próbával vizsgáltam; enyhe feltételsérülés esetén az ANOVA robusztusságára tekintettel az eredmények értelmezhetők voltak. A hatásméret jellemzésére parciális eta-négyzet (η^2_p) mutatót használtam.

A statisztikai szignifikancia szintjét minden elemzés esetében $p < 0,05$ szinten határoztam meg. Az egyes elemzésekhez tartozó érvényes esetszámot, az alkalmazott nevezőt, a statisztikai próbát, a p -értéket és — ahol releváns — a hatásméretet és a 95%-os konfidencia-intervallumot a megfelelő táblázatok és ábrák feliratait tartalmazzák. A hiányzó adatok pótlására statisztikai imputáció nem történt; az elemzések minden esetben a rendelkezésre álló adatokon alapultak.

2.2.6. A vizsgálat módszertani sajátosságai és korlátai

A vizsgálat retrospektív, valós klinikai ellátás során keletkezett dokumentáció feldolgozásán alapul, amely sajátos módszertani előnyökkel és korlátokkal jár. A valós ellátási környezetből származó adatok lehetővé teszik egy nagyszámú, heterogén betegcsoport hosszabb időszakot átfogó elemzését, ugyanakkor a dokumentációs gyakorlatból és a követés jellegéből fakadóan bizonyos változók esetében hiányzó vagy nem egyértelműen meghatározható információk is előfordulnak.

A vizsgálat egyik fontos módszertani sajátossága, hogy az elemzések minden esetben az időben elsőként dokumentált krónikus nagyér-szövődményre korlátozódnak. A retrospektív adatgyűjtés a rendelkezésre álló dokumentáció időrendjére támaszkodik, ezért a dokumentált első esemény nem feltétlenül azonos a ténylegesen elsőként bekövetkezett klinikai eseménnyel. Az alkalmazott megközelítés lehetővé teszi a szövődmények megjelenésének időbeli jellemzését és az életkorral, illetve a betegségtartammal való kapcsolatuk vizsgálatát, ugyanakkor nem nyújt információt a később kialakuló, többszörös nagyér-szövődmények előfordulásáról vagy azok sorrendiségéről.

A retrospektív adatgyűjtésből adódóan a krónikus nagyér-szövődmények fennállásának hiánya nem minden esetben állapítható meg teljes bizonyossággal. Azon betegeknél, akik a

vizsgálati időszak utolsó szakaszában nem jelennek meg gondozáson, és kórházi esemény sem azonosítható, a szövődmények státusza „ismeretlen” kategóriába kerül. Ezen esetek kizárása az érvényes arányok számításából csökkenti az információs torzítás kockázatát, ugyanakkor hatással van az érvényes esetszám alakulására.

Az időbeli elemzések — a szövődmény diagnózisáig eltelt betegségtartam és a diagnózis időpontjában fennálló életkor — csak azon esetekben végezhetők el, ahol a szénhidrátanyagcsere-zavar kezdetének ideje és a szövődmény kialakulásának éve a dokumentáció alapján megbízhatóan meghatározható. Ennek következtében az egyes alfejezetekben szereplő érvényes esetszám eltérhet egymástól, amelyet minden táblázat- és ábrafeliratban külön jeleztem.

A nemek és a foglalkozási csoportok szerinti elemzések leíró jellegűek, céljuk az eloszlások és mintázatok bemutatása, nem pedig oksági összefüggések igazolása vagy feltételezése. A vizsgálat jelen szakaszában nem történik a potenciális zavaró tényezők — például életkor, diagnóziskori év, társbetegségek, terápiás különbségek — többváltozós korrekciója. Ezek hatásának elemzése a későbbi, inferenciális statisztikai feldolgozás részét képezi.

A vizsgálat további korlátját jelenti, hogy az adatforrás egyetlen ellátóhely beteganyagára korlátozódik, ami befolyásolhatja az eredmények általánosíthatóságát. Ugyanakkor a homogén adatkezelési elvek, az egységes klinikai definíciók alkalmazása és a részletes dokumentáció hozzájárulnak az elemzések belső érvényességének és reprodukálhatóságának biztosításához.

További módszertani korlátot jelent, hogy az egyes krónikus nagyér-szövődménytípusokhoz tartozó esetszámok jelentős eltérést mutatnak. Ez különösen a ritkán előforduló, halálozással járó események esetében korlátozza az ezekhez kapcsolódó életkori mutatók leíró értelmezhetőségét. Emellett az egyes szövődménytípusok csoportonkénti esetszámának egyenetlen megoszlása nem teszi lehetővé a szövődménytípusonkénti, hon- és rendvédelmi, illetve civil csoportokra bontott életkori elemzések statisztikailag megbízható elvégzését.

Figyelembe kell venni, hogy a vizsgált időszak több évtizedet ölel fel, amely alatt a diabétesz kezelésében, a kardiovaszkuláris prevencióban és a nagyér-szövődmények diagnosztikai lehetőségeiben jelentős fejlődés történt. A terápiás stratégiák (pl. statinkezelés, antihipertenzív terápia, antitrombotikus kezelés) szélesebb körű alkalmazása, valamint a

képalkotó és intervenciós eljárások fejlődése befolyásolhatta a szövődmények detektálásának időpontját és gyakoriságát. Ennek következtében a korábban diagnosztizált betegek és a későbbi években gondozásba került esetek összehasonlítása időbeli heterogenitással terhelt lehet. A jelen vizsgálat eredményei ezért elsősorban a dokumentált felismerési és szövődmenymintázatok összehasonlítására alkalmasak, nem pedig a történeti incidenciatrendek meghatározására.

2.3. Az elsőként dokumentált nagyér-szövődmények előfordulási jellemzői 2-es típusú diabéteszben és annak kórmegelőző állapotaiban

2.3.1. Előfordulás a vizsgálati populációban

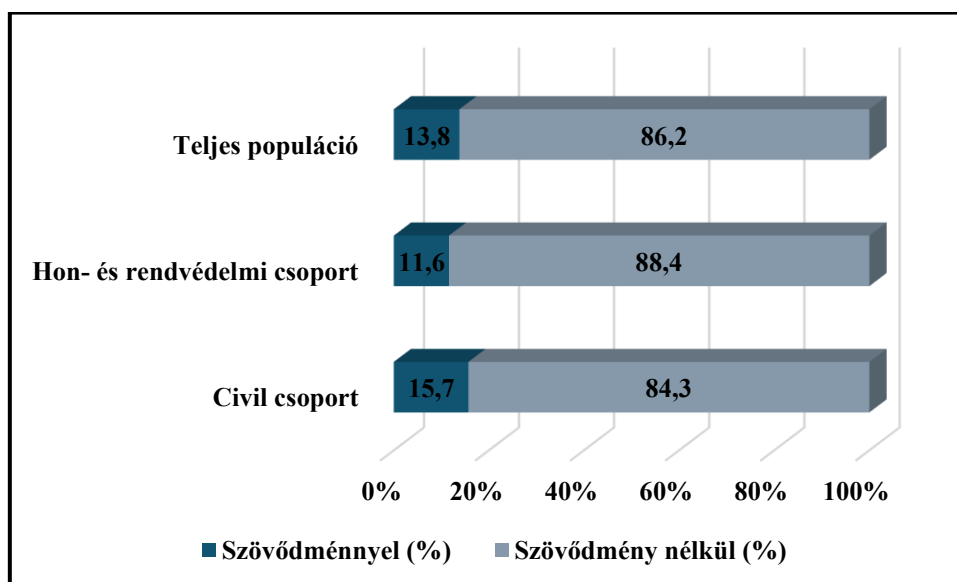
A vizsgálati mintát 4820 fő alkotta. A betegek 87,2%-ánál ($n = 4200$) állt rendelkezésre értékelhető információ az első krónikus nagyér-szövődmény előfordulására vonatkozóan. Az érvényes adatokkal rendelkező betegek közül 579 főnél (13,8%) igazolódott krónikus nagyér-szövődmény, míg 3621 betegnél (86,2%) nem volt dokumentálható.

Az érvényes adatokkal rendelkező betegek körében a hon- és rendvédelmi csoportban 227 betegnél (11,6%), míg a civil csoportban 352 betegnél (15,7%) volt igazolható krónikus nagyér-szövődmény. A krónikus nagyér-szövődmények státusz szerinti megoszlását a teljes vizsgálati mintában, valamint a hon- és rendvédelmi és a civil csoportban a 17. táblázat mutatja be.

A krónikus nagyér-szövődmények csoporton belüli arányainak vizuális összehasonlítását a 12. ábra szemlélteti.

Szövődmény jelenléte	Teljes vizsgált populáció		Hon- és rendvédelmi csoport		Civil csoport	
	Esetszám (fő)	Arány a teljes mintán belül (%)	Esetszám (fő)	Arány a csoporton belül (%)	Esetszám (fő)	Arány a csoporton belül (%)
Szövődmény nélkül	3621	86,2	1732	88,4	1889	84,3
Szövődménnyel	579	13,8	227	11,6	352	15,7
Összes	4200	100,0	1959	100,0	2241	100,0

17. táblázat: A krónikus nagyér-szövődmények státusz szerinti megoszlása a teljes vizsgálati mintában és a csoportokban (n = 4200)
(Forrás: szerző saját szerkesztése.)

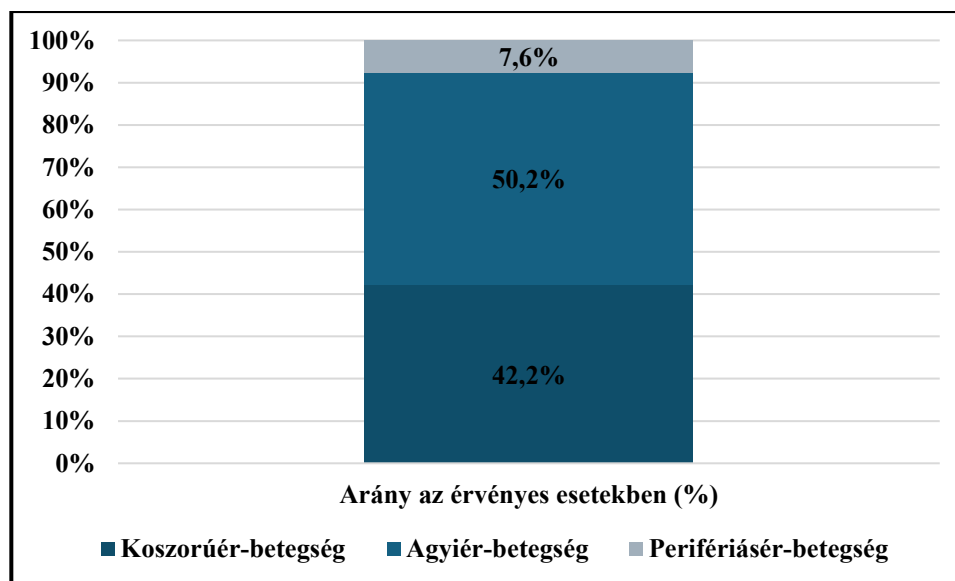


12. ábra: A krónikus nagyér-szövődmények megoszlása a teljes vizsgálati mintában és a csoportokban (n = 4200)
(Forrás: szerző saját szerkesztése.)

2.3.2. Típus szerinti megoszlás

Az elsőként dokumentált krónikus nagyér-szövődménnyel rendelkező betegek körében a típus szerinti megoszlás alapján az esetek 42,2%-ában (n = 244) koszorúér-eredetű esemény fordult elő. Az agyiér-eredetű események aránya 50,2% (n = 291) volt, míg a perifériásér-eredetű eseményeké 7,6% (n = 44).

A fő típusok egymáshoz viszonyított arányait a szövődményes esetek körében a 13. ábra szemlélteti.



13. ábra: Az elsőként dokumentált krónikus nagyér-szövődmények típus szerinti megoszlása az érvényes esetek körében (n = 579)
(Forrás: szerző saját szerkesztése.)

Az érvényes esetek (n = 579) körében az első nagyér-szövődmények közül leggyakrabban az ACI szűkülete vagy elzáródása fordult elő (34,0%, n = 197), ezt követte legalább egy koszorúér minimum 50%-os szűkülete szívinfarktus nélkül (24,2%, n = 140), a heveny szívinfarktus (17,9%, n = 103), valamint az agyiér-betegségek körébe tartozó sztrók (16,1%, n = 93). Ritkábban jelentkezett elsőként nem traumás eredetű amputáció vagy perifériásér-betegség miatt végzett sebészi revaszkularizáció (5,9%, n = 34), illetve alacsony boka–kar indexszel járó intermittáló klaudikáció (1,7%, n = 10). Szívinfarktus, illetve sztrók miatti halálozás egy-egy esetben fordult elő, ami a szövődményes esetek 0,17%-át jelentette. A vizsgált mintában elsőként kialakult nagyér-szövődményként aorta disszekció vagy aneurizma nem került megállapításra.

A típus szerinti arányok bemutatásakor a szövődményes esetekre számított százalékos arányokat alkalmaztam, míg a 18. táblázat a teljes érvényes populációhoz viszonyított arányokat mutatja be.

Nagyér-szövődmény típusa		Esetszám (fő)	Arány az érvényes teljes populációban (%)
Koszorúér-betegség	Heveny szívinfarktus	103	2,5
	Szívinfarktus miatti halál	1	0,02
	Koszorúér-szűkület ¹	140	3,3
Agyiér-betegség	Sztrók	93	2,2
	Sztrók miatti halál	1	0,02
	Belső nyaki főverőér szűkület ²	197	4,7
Perifériásér- betegség	Intermittáló klaudikáció ³	10	0,24
	Amputáció vagy revaszkularizáció ⁴	34	0,81
Nincs nagyér-szövődmény		3621	86,2
Ismeretlen		620	-
Összesen		4820	-

18. táblázat: Az elsőként dokumentált krónikus nagyér-szövődmény státusz- és típus szerinti megoszlása a teljes vizsgálati minta érvényes eseteiben (n = 4200)

Megjegyzés: Az arányok az első nagyér-szövődmény státusza szempontjából értékelhető esetek teljes számára (n = 4200) vonatkoznak. Az „ismeretlen” státuszú esetek (n = 620) az arányszámításból kizárára kerültek. A szövődmentípusok százalékos aránya így a teljes érvényes vizsgálati mintához viszonyított előfordulást tükrözi, nem pedig a kizárólag szövődmentyes esetek közötti megoszlást.

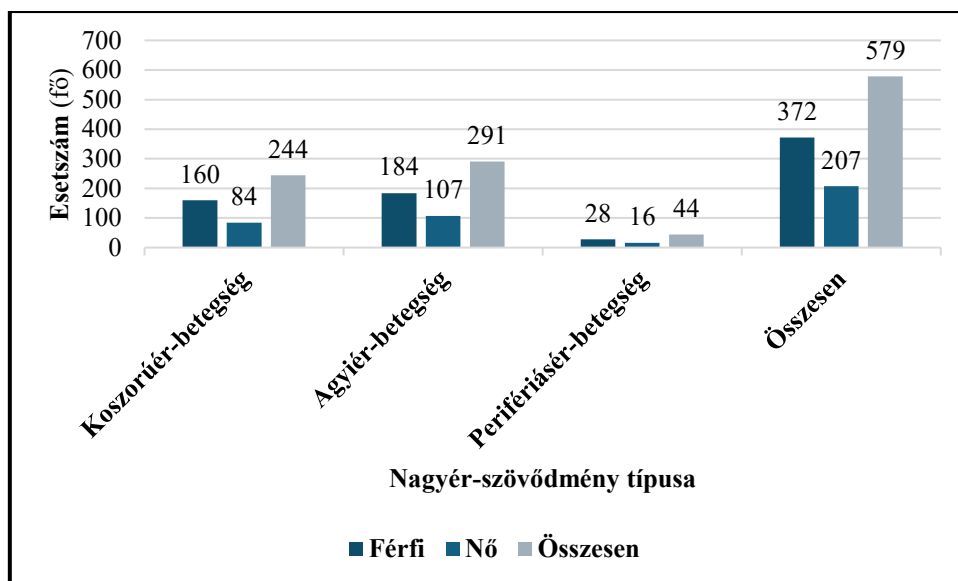
(Forrás: szerző saját szerkesztése.)

2.3.3. A típusok nemek szerinti megoszlása

A nagyér-szövődménnyel rendelkező betegek körében a férfiak aránya magasabb volt. Az összesen 579 első nagyér-szövődménnyel rendelkező beteg közül 372 fő férfi (64,3%), míg 207 fő nő (35,7%) volt.

A nemek szerinti megoszlás mindhárom vizsgált nagyér-szövődmentípus esetében hasonló mintát mutatott. Koszorúér-eredetű események esetén 160 fő férfi és 84 fő nő került rögzítésre, míg az agyiér-eredetű eseményeknél 184 fő férfi és 107 fő nő volt érintett. A perifériásér-eredetű események száma mindkét nemben alacsonyabb volt (férfi: n = 28, nő: n = 16).

A szövődmentípusok nemek szerinti arányainak összehasonlítását a 14. ábra szemlélteti.



14. ábra: Az elsőként dokumentált krónikus nagyér-szövődmények esetszáma nemek és típusok szerint (n = 579)

(Forrás: szerző saját szerkesztése.)

Az elsőként dokumentált krónikus nagyér-szövődményekkel rendelkező betegek között valamennyi vizsgált szövődménytípus esetében magasabb volt a férfiak aránya, ugyanakkor a férfi–nő arány az egyes szövődménytípusok között eltérést mutatott.

2.3.4. A diagnózisig eltelt betegségtartam jellemzői

A nagyér-szövődménnyel járó esetek 98,3%-ában (n = 569) ismert volt a szénhidrátanyagcsere-zavar felismerésének az éve, valamint a vizsgált szövődmény dokumentálásának éve. Ezekben az esetekben lehetőség volt a szövődmény diagnózisakor fennálló betegségtartam meghatározására és statisztikai elemzésére.

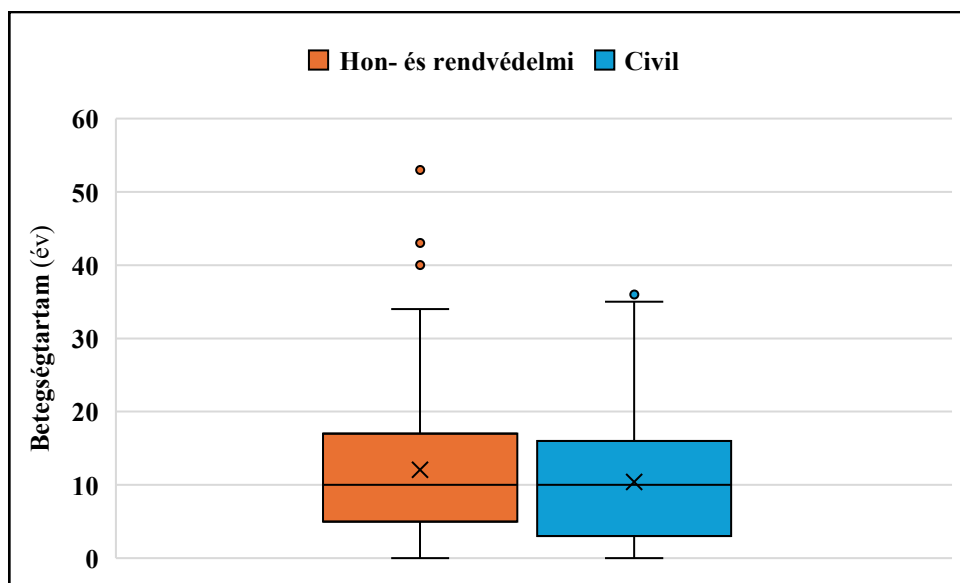
A hon- és rendvédelmi csoportban a nagyér-szövődmény diagnózisáig eltelt átlagos betegségtartam 12,1 év (SD = 9,7 év; n = 225), míg a civil csoportban 10,4 év volt (SD = 8,6 év; n = 344). A magas variációs együttható értéke (CV $\approx$ 80%) mindkét csoportban jelentős egyéni szóródásra utal, ami a medián és az átlag közötti különbségben is megfigyelhető.

A nagyér-szövődmény diagnózisáig eltelt betegségtartam leíró statisztikai jellemzőit a hon- és rendvédelmi és a civil csoportban a 19. táblázat foglalja össze.

Leíró adat	Teljes vizsgált populáció	Hon- és rendvédelmi csoport	Civil csoport
Érvényes esetek száma (fő)	569	225	344
Átlagos betegségtartam (év)	11,0	12,1	10,4
Medián betegségtartam (év)	8,5	10	7
Szórás, SD (év)	9,0	9,7	8,6
Variációs együttható, CV (%)	82	80	83
Legrövidebb betegségtartam (év)	0	0	0
Leghosszabb betegségtartam (év)	53	53	36

19. táblázat: A szénhidrátanyagcsere-zavar felismerésétől az elsőként dokumentált krónikus nagyér-szövődmény diagnózisáig eltelt betegségtartam leíró statisztikája a teljes vizsgálati mintában és csoportokban
(Forrás: szerző saját szerkesztése.)

A nagyér-szövődmény diagnózisáig eltelt betegségtartam eloszlását a hon- és rendvédelmi és a civil csoportban a 15. ábra szemlélteti.



15. ábra: A nagyér-szövődmény diagnózisáig eltelt betegségtartam megoszlása a vizsgált csoportokban
(n = 569)

Megjegyzés: A dobozok az interkvartilis tartományt, a középső vonal a mediánt, az „X” jel az átlagot, a pontok a szélsőértékeket jelölik.

(Forrás: szerző saját szerkesztése.)

A magas variációs együttható mindkét csoportban jelentős egyéni szóródásra utal, amely az interkvartilis tartomány szélességében is megjelenik, és az eloszlás heterogenitását tükrözi.

2.3.5. A diagnózisig eltelt betegségtartam nemek szerinti megoszlása

A krónikus nagyér-szövődménnyel járó 579 eset közül 569 esetben olyan időbeli információ állt rendelkezésre, amely lehetővé tette a szénhidrátanyagcsere-zavar felismerése és az elsőként dokumentált nagyér-szövődmény diagnózisa közötti betegségtartam meghatározását. Így ez az esetszám képezte a betegségtartamra vonatkozó leíró és statisztikai elemzések alapját.

A betegségtartam nemek szerinti eloszlását vizsgálva mindkét nemből jelentős egyéni variabilitás mutatkozott. A női betegek körében az átlagos betegségtartam 12,2 év, mediánja 12,0 év volt, míg férfiaknál az átlag 10,4 évnél, a medián pedig 9,0 évnél adódott. A férfi csoportban az eloszlás nagyobb szóródást és több magas szélsőértéket mutatott, míg a női csoportban az eloszlás szűkebb tartományban helyezkedett el.

A csoportonkénti bontás részletesebb képet adott a nemek szerinti különbségekről. A hon- és rendvédelmi csoportban mindkét nem esetében hosszabb betegségtartam volt jellemző a nagyér-szövődmény diagnózisáig. A férfiaknál az átlagos betegségtartam 11,8 év, a medián 10,0 év volt, míg a nőknél az átlagos és medián betegségtartam egyaránt 13,0 évnél adódott. A hon- és rendvédelmi férfi alcsoportban jelentősebb variabilitás és több magas szélsőérték volt azonosítható, ami az eloszlás heterogenitását jelzi.

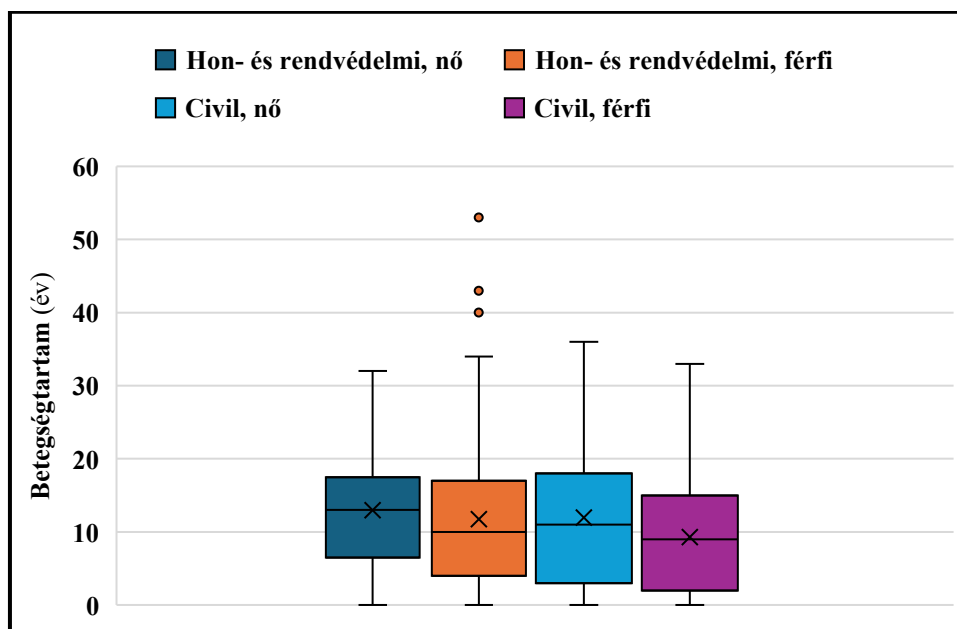
A civil csoportban a férfiaknál az átlagos betegségtartam 9,3 év volt, mediánja 9,0 évnél bizonyult, míg a nőknél az átlagos betegségtartam 12,0 év, a medián pedig 11,0 év volt. A civil női alcsoportban a betegségtartam eloszlása magasabb középértékekkel és nagyobb szóródással járt együtt.

A nemek szerinti leíró statisztikai jellemzőket a 20. táblázat foglalja össze, míg a betegségtartam eloszlásának vizuális összehasonlítását a 16. ábra szemlélteti.

Leíró statisztika	Teljes vizsgált populáció		Hon- és rendvédelmi csoport		Civil csoport	
Nem	Nő	Férfi	Nő	Férfi	Nő	Férfi
Érvényes esetek száma (fő)	200	369	58	168	143	201
Átlagos betegségtartam (év)	12,2	10,4	13,0	11,8	12,0	9,3
Medián (év)	12	9	13	10	11	9
Szórás, SD (év)	9,0	9,1	8,2	10,1	9,3	7,8
Legrövidebb betegségtartam (év)	0	0	0	0	0	0
Leghosszabb betegségtartam (év)	36	53	32	53	36	33

20. táblázat: A nagyér-szövődmény diagnózisáig eltelt betegségtartam leíró statisztikai jellemzői a teljes vizsgálati mintában és csoportokban, nemek szerint (n = 569)

Megjegyzés: A táblázat a betegségtartam szempontjából értékelhető valamennyi esetet tartalmazza.
(Forrás: szerző saját szerkesztése.)



16. ábra: A nagyér-szövődmény diagnózisáig eltelt betegségtartam megoszlása a vizsgált csoportokban, nemek szerint (n = 569)

Megjegyzés: A dobozok az interkvartilis tartományt, a középső vonal a mediánt, az „X” jel az átlagot, a pontok a szélsőértékeket jelölik.

(Forrás: szerző saját szerkesztése.)

Összességében mind a civil, mind a hon- és rendvédelmi csoportban a nőknél hosszabb betegségtartam volt tapasztalható a nagyér-szövődmény diagnózisáig, ugyanakkor a nemek közötti különbség mértéke a hon- és rendvédelmi csoportban mérsékeltebbnek bizonyult.

2.3.6. A diagnózis felállításakor fennálló életkor jellemzői

A krónikus nagyér-szövődmények klinikai jelentősége nemcsak a betegségtartam, hanem az első szövődmény felismerésekor fennálló életkor szempontjából is kiemelkedő. Az életkor vizsgálata lehetőséget ad annak bemutatására, hogy a nagyér-szövődmények milyen életkori szakaszban manifesztálódnak, valamint rávilágít az egyéni variabilitás mértékére a vizsgált mintában. Az elemzésbe a szövődménnyel járó esetekből ($n = 579$) azok kerültek bevonásra, akiknél a nagyér-szövődmény diagnózisakor fennálló életkor egyértelműen meghatározható volt ($n = 570$).

A teljes vizsgált mintában az első nagyér-szövődmény diagnózisakor fennálló átlagos életkor 64,1 év, míg a medián életkor 65 év volt. Az életkor eloszlása jelentős szóródást mutatott ($SD = 10,7$ év), ami kifejezett egyéni variabilitásra utal. A teljes mintában a legfiatalabb érintett beteg 33 éves, míg a legidősebb 91 éves volt.

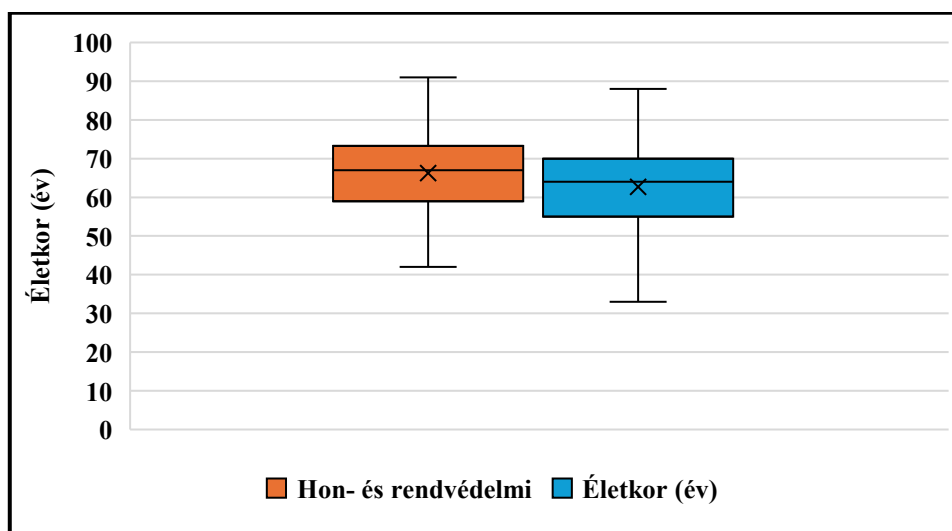
Csoportonként vizsgálva a hon- és rendvédelmi csoportban az első nagyér-szövődmény diagnózisakor fennálló átlagéletkor 66,3 év, mediánja 67 év volt. A civil csoportban az átlagéletkor (62,7 év) és mediánja (64 év) alacsonyabb értéket mutatott. Mindkét csoportban hasonló mértékű szóródás mutatkozott ($SD \approx 10,5$ év), ami az életkori eloszlás hasonló relatív variabilitását jelzi a két csoportban.

Az első nagyér-szövődmény diagnosztizálásakor fennálló életkor részletes leíró statisztikai jellemzőit a hon- és rendvédelmi és a civil csoportokra, valamint a teljes vizsgálati populációra vonatkozóan a 21. táblázat foglalja össze. Az életkor eloszlását a 17. ábra szemlélteti.

Leíró statisztika	Teljes vizsgált populáció	Hon- és rendvédelmi csoport	Civil csoport
Érvényes esetek (fő)	570	226	344
Átlagos életkor (év)	64,1	66,3	62,7
Medián életkor (év)	65	67	64
Szórás, SD (év)	10,7	10,5	10,6
Variációs együttható, CV (%)	17	16	17
Legalacsonyabb életkor (év)	33	42	33
Legmagasabb életkor (év)	91	91	88

21. táblázat: Az elsőként dokumentált krónikus nagyér-szövődmény diagnosztizálásakor fennálló életkor leíró statisztikai jellemzői a teljes vizsgálati mintában és a csoportokban
(n = 570)

(Forrás: szerző saját szerkesztése)



17. ábra: A nagyér-szövődmény diagnosztizálásakor fennálló életkor megoszlása a vizsgált csoportokban
(n = 570)

Megjegyzés: A dobozok az interkvartilis tartományt, a középső vonal a mediánt, az „X” jel az átlagot jelölik.
(Forrás: szerző saját szerkesztése)

2.3.7. A diagnózisakor fennálló életkor nemek szerinti megoszlása

A krónikus nagyér-szövődmények életkori megjelenésének nemek szerinti vizsgálata további információt nyújt a szövődmények demográfiai mintázatáról. A nemek alapján történt elemzésbe a szövődményes esetekből (n = 579) azok kerültek bevonásra, akiknél a szövődmény diagnosztizálásakor fennálló életkor egyértelműen meghatározható volt (n = 570).

Az életkor nemek szerinti eloszlását vizsgálva a teljes vizsgált mintában, mindkét nemben széles életkori tartomány volt megfigyelhető. A női betegek körében a nagyér-

szövődmény diagnózisakor fennálló átlagos életkor 65,3 év, mediánja 66 év volt, míg a férfiaknál az átlagéletkor 63,4 év, a medián 64 év volt. Az életkor eloszlása mindkét nemben széles tartományt ölelt fel, azonban a férfi csoportban valamivel nagyobb szórás és több magas életkorhoz tartozó szélsőérték mutatkozott.

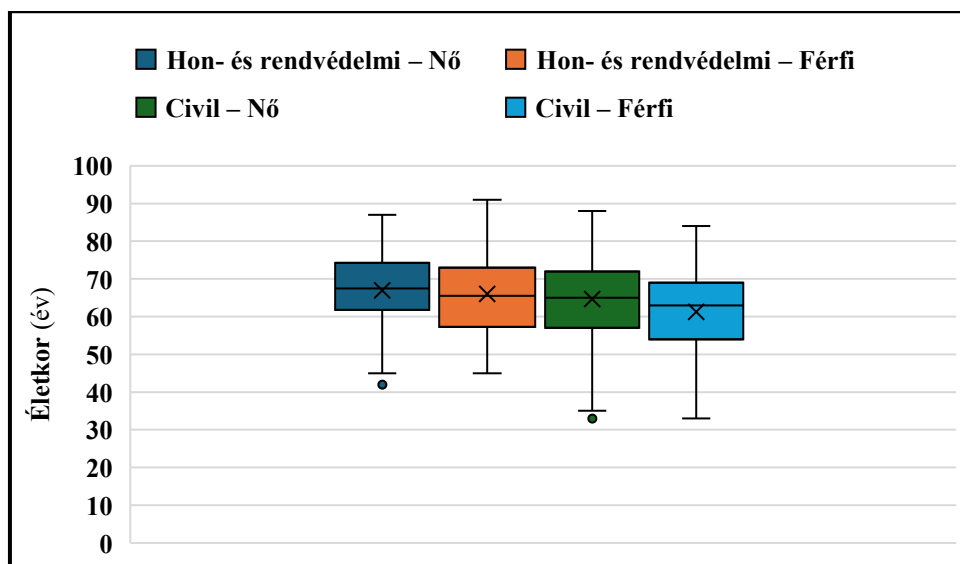
A csoportonkénti bontás részletesebb képet adott a nemek szerinti különbségekről. A hon- és rendvédelmi csoportban mindkét nem esetében magasabb életkorban diagnosztizálták a nagyér-szövődményt. A nőknél az átlagos életkor 66,9 év, mediánja 67 év volt, míg a férfiaknál az átlagéletkor 66,0 év, a medián pedig 65 év volt. A hon- és rendvédelmi férfi alcsoportban az életkor eloszlása nagyobb szóródást mutatott, ami az alcsoport heterogenitására utal.

A civil csoportban a férfiaknál a diagnóziskori átlagos életkor 61,3 év, mediánja 63 év volt, míg a nőknél az átlagéletkor 64,7 év, a medián pedig 65 év volt. A civil férfiaknál a diagnóziskori életkor alacsonyabb volt, míg a civil női alcsoportban magasabb középértékek és szélesebb életkori tartomány volt megfigyelhető.

A nagyér-szövődmény diagnózisakor fennálló életkor nemek és csoportok szerinti leíró statisztikai jellemzőit a 22. táblázat tartalmazza. Az életkori eloszlás vizuális összehasonlítását a 18. ábra szemlélteti.

Leíró statisztika	Teljes vizsgált populáció		Hon- és rendvédelmi csoport		Civil csoport	
	Nő	Férfi	Nő	Férfi	Nő	Férfi
Érvényes esetek száma (fő)	201	369	58	168	143	201
Átlagos életkor (év)	65,3	63,4	66,9	66,0	64,7	61,3
Medián életkor (év)	66	64	67	65	65	63
Szórás, SD (év)	10,9	10,5	10,5	10,5	11,0	11,0
Legkisebb életkor (év)	33	33	42	45	33	33
Legmagasabb életkor (év)	88	91	87	91	88	84

22. táblázat: A nagyér-szövődmény diagnózisakor fennálló életkor leíró statisztikai jellemzői a teljes vizsgálati mintában és a csoportokban, nemek szerint (n = 570)
(Forrás: szerző saját szerkesztése.)



18. ábra: A nagyér-szövődmény diagnózisakor fennálló életkor megoszlása a két csoportban, nemek szerint (n = 570)

Megjegyzés: A dobozok az interkvartilis tartományt, a középső vonal a mediánt, az „X” jel az átlagot, a pontok a szélsőértékeket jelölik.

(Forrás: szerző saját szerkesztése.)

Összességében a nagyér-szövődmények diagnózisakor fennálló életkor mindkét nemben jelentős egyéni variabilitást mutatott, ugyanakkor a nőknél következetesen magasabb középértékek adódtak. A csoportonkénti bontás alapján a hon- és rendvédelmi populációban mindkét nem esetében magasabb életkori középérték mellett történt a nagyér-szövődmény diagnosztizálása, míg a civil csoportban — különösen a férfiaknál — alacsonyabb életkori értékek voltak megfigyelhetők.

2.4. Az elsőként diagnosztizált nagyér-szövődmények előfordulási jellemzőinek statisztikai vizsgálata

2.4.1. Az előfordulás összehasonlítása a hon- és rendvédelmi és a civil csoportban

A 2. hipotézis első állításának statisztikai vizsgálata a krónikus nagyér-szövődmények előfordulási arányának összehasonlítására irányult a diabetológiai gondozás alatt álló hon- és rendvédelmi és civil csoport között. Az elemzés során a krónikus nagyér-szövődmény jelenlétét bináris kimeneti változóként definiáltam (igen/nem).

Az összehasonlítás alapját azon betegek képezték, akiknél a krónikus nagyér-szövődmény státusza a vizsgálati időszak alapján egyértelműen megítélhető volt (n = 4200); az „ismeretlen” kategóriába sorolt esetek az elemzésből kizárásra kerültek.

A krónikus nagyér-szövődmények jelenlétének csoportonkénti megoszlását, valamint a megfigyelt és a nullhipotézis alapján számított várt esetszámokat a 23. táblázat mutatja be.

Szövődmény jelenléte	Gyakoriság	Teljes vizsgált populáció	Hon- és rendvédelmi csoport	Civil csoport
Szövődmény nélkül	Megfigyelt gyakoriság	3621	1732	1889
	Várt gyakoriság	3621	1689	1931
Szövődménnyel	Megfigyelt gyakoriság	579	227	352
	Várt gyakoriság	579	270	308
Összes	Megfigyelt gyakoriság	4200	1959	2241
	Várt gyakoriság	4200	1959	2241

23. táblázat: A krónikus nagyér-szövődmény jelenlétének megoszlása a teljes vizsgált mintában és a csoportokban (n = 4200)

Megjegyzés: A várt esetszámok a khi-négyzet próba nullhipotézisének megfelelően kerültek meghatározásra, amely szerint a krónikus nagyér-szövődmények előfordulása független a csoporthovatartozástól (függetlenségi nullhipotézis).

(Forrás: szerző saját szerkesztése.)

A csoporthovatartozás és a krónikus nagyér-szövődmények előfordulása közötti összefüggés statisztikai értékelését khi-négyzet próbával végeztem. Az elemzés szignifikáns kapcsolatot igazolt a vizsgált változók között ($\chi^2(1) = 14,67; p < 0,001$). A várt gyakoriságok minden cellában meghaladták az 5-öt, így a khi-négyzet próba alkalmazási feltételei teljesültek. A különbség nagyságának jellemzésére esélyhányadost (odds ratio, OR) számítottam 95%-os konfidencia-intervallummal. Az eredmények alapján a hon- és rendvédelmi csoportban a krónikus nagyér-szövődmények előfordulásának esélye szignifikánsan alacsonyabb volt a civil csoporthoz viszonyítva (OR = 0,70; 95% CI: 0,59–0,83). A Phi-együttható és Cramer-féle V értéke egyaránt 0,059 volt.

A hatásméret-mutatók részletes értékeit a 24. táblázat tartalmazza.

Mutató	Érték
Kontingens együtttható	0,059
Phi- együtttható	0,059
Cramer-féle V	0,059
Lambda (sorok)	0,000
Lambda (oszlopok)	0,000
Lambda (szimmetrikus)	0,000

24. táblázat: A krónikus nagyér-szövödmény jelenléte és a hon- és rendvédelmi, illetve civil csoporthoz tartozás közötti kapcsolat erősségének mutatói

Megjegyzés: A Phi-együtttható és a Cramer-féle V értéke a kapcsolat erősségének jellemzésére szolgál; az alacsony érték gyenge kapcsolatot jelez. A Lambda-mutatók alacsony értéke a változók közötti prediktív kapcsolat hiányára utal.

(Forrás: szerző saját szerkesztése.)

Összességében a statisztikai elemzés eredményei alátámasztják a 2. hipotézis első állítását, miszerint a krónikus nagyér-szövödmények előfordulása a hon- és rendvédelmi csoportban alacsonyabb a civil csoporthoz képest, ugyanakkor a kapcsolat erőssége gyenge.

2.4.2. A diagnózisig eltelt betegségtartam összehasonlítása csoportonként

A 2. hipotézis második állításának statisztikai vizsgálata arra irányult, hogy az elsőként dokumentált nagyér-szövödmény diagnózisáig eltelt betegségtartam eltér-e a hon- és rendvédelmi és a civil csoport között. Az elemzés során a betegségtartamot folytonos kvantitatív változóként értelmeztem, amelyet a szénhidrátanyagcsere-zavar diagnózisától az elsőként dokumentált krónikus nagyér-szövödmény felismeréséig eltelt idő (év) alapján határoztam meg.

Az elemzésbe azon betegek kerültek bevonásra, akiknél mind a szénhidrátanyagcsere-zavar, mind az első nagyér-szövödmény diagnózisának éve egyértelműen meghatározható volt (hon- és rendvédelmi csoport: $n = 225$; civil csoport: $n = 344$; teljes populáció: $n = 569$). A betegségtartam csoportonkénti leíró statisztikai jellemzőit a disszertáció 2.3.4. alfejezet 19. táblázata foglalja össze.

A hon- és rendvédelmi csoportban a nagyér-szövödmény diagnózisáig eltelt átlagos betegségtartam 12,1 év volt ($SD = 9,7$ év), míg a civil csoportban ez az érték 10,4 évnek adódott ($SD = 8,6$ év). Mindkét csoportban magas variációs együtttható volt megfigyelhető (80%, illetve 82%), ami jelentős egyéni variabilitásra utal.

A csoportok közötti különbség statisztikai értékelésére független mintás t-próbát alkalmaztam a két független csoport átlagának összehasonlítására. A varianciák homogenitását

Levene-próbával ellenőriztem; az egyenlő varianciák feltétele nem teljesült, ezért a Welch-féle korrekció eredményeit is bemutatom. A csoportkülönbség értelmezése az átlagkülönbségek és a szóródás együttes figyelembevételével történt.

Mind a Student-féle ($t(567) = -2,15$; $p = 0,032$), mind a Welch-féle próba ($t(436) = -2,09$; $p = 0,037$) szignifikáns különbséget igazolt a két csoport között. Az eredmények alapján a hon- és rendvédelmi csoportban a nagyér-szövődmény diagnózisáig eltelt betegségtartam statisztikailag szignifikánsan hosszabb volt a civil csoporthoz viszonyítva. A csoportok közötti különbség hatásmérete kismértékű volt (Cohen-féle $d = 0,19$), ami arra utal, hogy bár a különbség statisztikailag szignifikáns, nagysága klinikai szempontból mérsékelt.

A statisztikai próbák eredményeit a 25. táblázat mutatja be.

Statisztikai próba típusa	t-érték	Szabadságfok (df)	p-érték
Student-féle t-próba	-2,15	567	0,032
Welch-féle t-próba	-2,09	436,2	0,037

25. táblázat: A nagyér-szövődmény diagnózisáig eltelt betegségtartam csoportok közötti összehasonlításának statisztikai eredményei (független mintás t-próba)

Megjegyzés: A Student-féle t-próba az egyenlő varianciák feltételezése mellett, míg a Welch-féle t-próba a varianciák különbözőségét figyelembe véve került alkalmazásra.
(Forrás: szerző saját szerkesztése.)

Összességében a statisztikai elemzés alátámasztotta a 2. hipotézis második állítását, miszerint a krónikus nagyér-szövődmények a hon- és rendvédelmi csoportban hosszabb betegségtartamot követően kerülnek felismerésre. Ugyanakkor a magas variabilitás arra utal, hogy az időbeli megjelenést jelentős egyéni különbségek befolyásolják.

2.4.3. A diagnózisig eltelt betegségtartam nemek és csoportok szerinti elemzése

A leíró statisztikai eredmények alapján felmerült annak vizsgálata, hogy a nagyér-szövődmény diagnózisáig eltelt betegségtartam szignifikánsan különbözik-e a nem, illetve a vizsgált csoport szerint, és a nem hatása eltér-e a két csoportban. Ennek megfelelően a betegségtartamot kétutas varianciaanalízissel (ANOVA) elemeztem, ahol a függő változó a nagyér-szövődmény diagnózisáig eltelt idő (év), a független tényezők a nem és a csoport kategorikus változók voltak.

Az elemzésbe a betegségtartam szempontjából értékelhető 569 eset került bevonásra. A nemek és csoportok szerinti leíró statisztikai jellemzőket a 2.3.5. alfejezetben bemutatott 20.

táblázat foglalja össze, míg az eloszlások vizuális összehasonlítását az ott szereplő dobozdiagram szemlélteti.

A kétutas varianciaanalízist Type III négyzetösszegek alkalmazásával végeztem. A nem főhatása szignifikánsnak bizonyult ($F(1, 565) = 5,31^{141}$; $p = 0,022$; $\eta^2_p = 0,009$), ami azt jelzi, hogy a nagyér-szövődmény diagnózisáig eltelt betegségtartam a nők és a férfiak között szignifikánsan eltér. A leíró eredményekkel összhangban a nők esetében hosszabb betegségtartam volt megfigyelhető.

A csoport főhatása szintén szignifikáns volt ($F(1, 565) = 4,19$; $p = 0,041$; $\eta^2_p = 0,007$), ami arra utal, hogy a hon- és rendvédelmi, illetve a civil csoportba tartozás statisztikailag szignifikáns különbséget mutat a nagyér-szövődmény diagnózisáig eltelt idő tekintetében. A hon- és rendvédelmi csoportban mindkét nem esetében hosszabb betegségtartam volt jellemző, ami a leíró statisztikai eredményekben is tükröződött.

A nem és a csoport közötti interakció nem bizonyult szignifikánsnak ($F(1, 565) = 0,78$; $p = 0,379$). Ez azt jelenti, hogy bár mind a nem, mind a csoport önálló hatást gyakorol a betegségtartamra, a nemek közötti különbségek mintázata nem tér el szignifikánsan a civil és a hon- és rendvédelmi csoportok között.

A nem és a csoport főhatásainak, valamint a két tényező közötti kölcsönhatásnak a vizsgálatára alkalmazott varianciaanalízis eredményeit a 26. táblázat foglalja össze.

Hatás	Szabadságfok (df)	F-érték	p-érték	Parciális eta-négyzet (η^2_p)
Nem	1	5,31	0,022	0,009
Csoport	1	4,19	0,041	0,007
Nem x csoport kölcsönhatása	1	0,78	0,379	0,001

26. táblázat: A betegségtartam nemek és csoportok szerinti kétutas varianciaanalízisének eredményei ($n = 569$)
Megjegyzés: Type III négyzetösszegek alkalmazásával számított kétutas varianciaanalízis.
(Forrás: szerző saját szerkesztése.)

A varianciák homogenitását vizsgáló Levene-próba enyhe feltételsértést jelezett ($F = 2,68$; $p = 0,046$), amelynek eredményeit a 27. táblázat tartalmazza. Tekintettel arra, hogy a csoportok elemszáma nagy és közel kiegyensúlyozott volt, az ANOVA eredményei

¹⁴¹ Az F-próba jelölésében szereplő első szabadságfok a vizsgált hatás (jelen esetben a csoport főhatása) számláló szabadságfoka, míg a második szabadságfok a modell reziduális szabadságfoka. A parciális eta-négyzet (η^2_p) a hatás nagyságát jellemzi, és az adott tényező által magyarázott variancia arányát fejezi ki a teljes, hiba nélküli variancián belül.

robosztusnak tekinthetők. A következtetések stabilitását a Welch-korrekciónal végzett összehasonlítások azonos irányú eredményei is alátámasztották.

Mutató	Érték
Levene próba F-értéke	2,68
Szabadságfok (df ₁)	3
Szabadságfok (df ₂)	565
p-érték	0,046

27. táblázat: A varianciák homogenitásának vizsgálata Levene-próbával

Megjegyzés: A Levene-próba enyhe varianciaeltérést jelzett; a nagy elemszáma tekintettel az ANOVA robusztussága miatt az eredmények értelmezhetők.

(Forrás: szerző saját szerkesztése.)

Összességében az elemzés azt mutatta, hogy mind a nem, mind a csoporthoz tartozás statisztikailag kimutatható, ugyanakkor kis hatásméretű kapcsolatban áll a nagyér-szövődmény diagnózisáig eltelt betegségtartammal, ami arra utal, hogy a vizsgált tényezők a variancia csak kis hányadát magyarázzák. A statisztikai elemzés megerősíti a leíró statisztikai eredmények alapján levont következtetéseket, és alátámasztja a nemek szerinti különbségek következetes jelenlétét mindkét vizsgált csoportban.

2.4.4. A diagnóziskor fennálló életkor csoportok közötti elemzése

A 2.3.6. alfejezetben bemutatott leíró eredmények alapján indokolt volt annak statisztikai vizsgálata, hogy a krónikus nagyér-szövődmények diagnózisakor fennálló életkor eltér-e a hon- és rendvédelmi, illetve a civil csoport között.

A vizsgálat azon betegek körében történt, akiknél az első nagyér-szövődmény diagnózisának időpontja és az életkor egyértelműen meghatározható volt ($n = 570$). A szövődmény diagnózisakor fennálló életkor leíró statisztikai jellemzőit – csoportonkénti bontásban – a 2.3.6. alfejezetben bemutatott 21. táblázat tartalmazza.

A csoportok közötti különbség statisztikai értékelésére független mintás t-próbát alkalmaztam. A varianciahomogenitás vizsgálatát Levene-féle próbával végeztem, amely nem mutatott szignifikáns különbséget a csoportok varianciái között ($F(1, 568) = 7,52 \times 10^{-4}$; $p = 0,978$), így az egyenlő varianciák feltételezése teljesült. Ennek megfelelően az elsődleges értelmezés a Student-féle t-próba eredményein alapult; a Welch-féle korrekció eredményei megerősítő jelleggel kerülnek bemutatásra.

Mind a Student-féle ($t(568) = -3,97; p < 0,001$), mind a Welch-féle próba ($t(485) = -3,98; p < 0,001$) statisztikailag szignifikáns különbséget igazolt a két csoport között. Az eredmények alapján a hon- és rendvédelmi csoportban a krónikus nagyér-szövődmények diagnózisa szignifikánsan későbbi életkorban történt, mint a civil csoportban.

A statisztikai próbák részletes eredményeit a 28. táblázat foglalja össze.

Próba típusa	t-érték	Szabadságfok (df)	p-érték
Student-féle t-próba	-3,97	568	< 0,001
Welch-féle t-próba	-3,98	485,0	< 0,001

28. táblázat: A szövődmény diagnózisakor fennálló életkor csoportok közötti összehasonlításának statisztikai eredményei (független mintás t-próba)

Megjegyzés: A Levene-féle varianciahomogenitási próba eredménye: $F = 7,52 \times 10^{-4}; p = 0,978$
(Forrás: szerző saját szerkesztése.)

A különbség nagyságának jellemzésére hatásméret-mutatóként Cohen-féle d értéket számítottam. A Student- és a Welch-féle eljárással számított hatásméretek gyakorlatilag azonosak voltak ($d = -0,34$), ami kis–közepes nagyságú hatásméretnek felel meg, és arra utal, hogy a csoportkülönbség statisztikailag egyértelmű, ugyanakkor a teljes variabilitásnak csak mérsékelt részét magyarázza.

A hatásméret-mutatók részletes értékeit a 29. táblázat tartalmazza.

Próba típusa	Cohen-féle d	Standard hiba (SE)	95%-os konfidencia-intervallum
Student-féle t-próba	-0,34	0,09	-0,50 – -0,16
Welch-féle t-próba	-0,34	0,09	-0,50 – -0,16

29. táblázat: A krónikus nagyér-szövődmények diagnózisakor fennálló életkor csoportok közötti különbségének hatásmérete (Cohen-féle d)

Megjegyzés: A Cohen-féle d abszolút értéke 0,2–0,5 között kismértékű–közepes hatásméretnek felel meg.
(Forrás: szerző saját szerkesztése.)

Összességében a statisztikai elemzés azt mutatta, hogy a krónikus nagyér-szövődmények diagnózisa a hon- és rendvédelmi csoportban szignifikánsan későbbi életkorban történik, mint a civil csoportban. Bár a különbség hatásmérete mérsékelt, az eredmények arra utalnak, hogy a szolgálati populációban a nagyér-szövődmények megjelenése életkor szempontjából későbbi felismerési mintázatot jelez, amely azonban a diagnosztikus aktivitás és a gondozási struktúra különbségeit is tükrözi. Ennek megfelelően nem feltétlenül a szövődmények biológiai megjelenésének időpontját jelenti.

2.4.5. A diagnóziskor fennálló életkor nemek és csoportok szerinti elemzése

A leíró statisztikai eredmények alapján felmerült annak vizsgálata, hogy az elsőként dokumentált krónikus nagyér-szövődmény diagnosztizálásakor fennálló életkor szignifikáns összefüggést mutat-e a nemmel, illetve a vizsgált csoporthoz való tartozással; valamint, hogy a nem hatása eltér-e a hon- és rendvédelmi, illetve a civil csoportban. Ennek megfelelően a diagnóziskor fennálló életkort kétutas varianciaanalízissel (ANOVA) elemeztem, ahol a függő változó az életkor (év), a független tényezők pedig a nem és a csoport voltak.

Az elemzésbe azok az esetek kerültek bevonásra, amelyeknél a szövődmény diagnosztizálásakor fennálló életkor egyértelműen meghatározható volt ($n = 570$). Az elemzés a klinikai dokumentációban rögzített diagnózis időpontjára épül, amely azonban a gondozási és diagnosztikus aktivitás különbségeit is tükrözheti, és nem feltétlenül a szövődmények biológiai megjelenésének időpontját jelenti. A nemek és csoportok szerinti leíró statisztikai jellemzőket a 2.3.6. és 2.3.7. alfejezetekben bemutatott táblázatok foglalják össze.

A kétutas varianciaanalízis során Type III négyzetösszegeket alkalmaztam. Az elemzés eredményei szerint a nem főhatása szignifikánsnak bizonyult ($F(1, 566) = 4,88$; $p = 0,028$; $\eta^2_p = 0,008$), ami azt jelzi, hogy a nagyér-szövődmény diagnosztizálásakor fennálló életkor szignifikánsan eltér a nők és a férfiak között. A leíró statisztikai eredményekkel összhangban a nők esetében magasabb diagnóziskori életkor volt megfigyelhető.

A csoport főhatása szintén szignifikáns volt ($F(1, 566) = 12,81$; $p < 0,001$; $\eta^2_p = 0,022$), ami arra utal, hogy a hon- és rendvédelmi, illetve a civil csoporthoz tartozás önmagában is összefüggésben áll a nagyér-szövődmény diagnosztizálásakor fennálló életkorral. A hon- és rendvédelmi populációban mindkét nem esetében idősebb életkorban került sor a szövődmény diagnosztizálására, mint a civil csoportban.

A nem és a csoport közötti kölcsönhatás nem bizonyult szignifikánsnak ($F(1, 566) = 1,68$; $p = 0,195$; $\eta^2_p = 0,003$), ami azt jelenti, hogy bár mind a nem, mind a csoport önálló hatást gyakorol a diagnóziskori életkorra, a nemek közötti különbségek mintázata nem tér el szignifikánsan a hon- és rendvédelmi és a civil csoport között. Másként megfogalmazva, a nők körében megfigyelhető magasabb diagnóziskori életkor mindkét csoportban hasonló módon jelentkezik.

A nem, a csoport, illetve a nem és a csoport kölcsönhatás diagnóziskori életkorra gyakorolt hatását vizsgáló kétutas varianciaanalízis eredményeit a 30. táblázat foglalja össze.

Hatás	Szabadságfok (df)	F-érték	p-érték	Parciális eta-négyzet (η^2_p)
Nem	1	4,88	0,028	0,008
Csoport	1	12,81	< 0,001	0,022
Nem és csoport kölcsönhatása	1	1,68	0,195	0,003

30. táblázat: A diagnóziskor fennálló életkor nemek és csoportok szerinti kétutas varianciaanalízisének eredményei (n = 570)

Megjegyzés: Type III négyzetösszegek alkalmazásával számított kétutas varianciaanalízis.
(Forrás: szerző saját szerkesztése.)

A parciális eta-négyzet értékek alapján mind a nem, mind a csoport hatása kis hatásméretnek felel meg, ami arra utal, hogy bár a különbségek statisztikailag kimutathatók, a diagnóziskori életkor varianciájának csak korlátozott részét magyarázzák. A varianciaanalízis feltételeinek ellenőrzésére a varianciák homogenitását Levene-próbával vizsgáltam, amely nem mutatott szignifikáns eltérést a vizsgált csoportok varianciái között ($F(3, 566) = 0,198$; $p = 0,898$). Ennek alapján az egyenlő varianciák feltétele teljesült, így az ANOVA eredményei megbízhatóan értelmezhetők.

A varianciaanalízis alkalmazási feltételeinek ellenőrzésére végzett Levene-próba eredményeit a 31. táblázat tartalmazza.

Mutató	Érték
Levene próba F-értéke	0,198
Szabadságfok (df ₁)	3
Szabadságfok (df ₂)	566
p-érték	0,898

31. táblázat: A varianciák homogenitásának vizsgálata Levene-próbával a diagnóziskor fennálló életkor esetében

Megjegyzés: A Levene-próba nem mutatott szignifikáns varianciaeltérést, így az egyenlő varianciák feltétele teljesült.
(Forrás: szerző saját szerkesztése.)

Összességében az eredmények azt mutatják, hogy a krónikus nagyér-szövődmények diagnózisakor fennálló életkort mind a nem, mind a csoporthoz tartozás szignifikánsan befolyásolja. A hon- és rendvédelmi csoportban a szövődmények felismerése idősebb életkorban történik, mint a civil csoportban, továbbá a nők esetében következetesen magasabb diagnóziskori életkor volt megfigyelhető. Ugyanakkor a nem és a csoport közötti kölcsönhatás hiánya arra utal, hogy a nemek közötti különbségek iránya és mértéke mindkét vizsgált populációban hasonló.

2.5. A 2-es típusú cukorbetegségben kialakuló, elsőként diagnosztizált krónikus nagyér-szövődmények időbeli jellemzőinek összehasonlító értékelése

2.5.1. A gyakoriság összehasonlító értékelése

Az összehasonlító elemzés eredményei alapján megállapítható, hogy a hon- és rendvédelmi csoportban az elsőként dokumentált krónikus nagyér-szövődmények előfordulási aránya alacsonyabb volt, mint a civil csoportban, ami összhangban áll a 2. hipotézis gyakoriságra vonatkozó állításával. A statisztikai elemzés szerint a krónikus nagyér-szövődmények előfordulásának esélye a hon- és rendvédelmi csoportban mintegy 30%-kal alacsonyabbnak adódott a civil csoporthoz viszonyítva (OR = 0,70; 95% CI: 0,59–0,83).

Az eredmény klinikai és szolgálategészségügyi szempontból is releváns lehet, mivel a nagyér-szövődmények kialakulása közvetlen hatással van a szolgálatképességre, az alkalmassági minősítésre és a hivatásos állomány hosszú távú foglalkoztathatóságára. A súlyos kardiovaszkuláris szövődeményekkel élő személyek kisebb valószínűséggel maradhatnak tartósan az aktív szolgálatban, ami a dokumentált esetek arányát is befolyásolhatja.

A megfigyelt különbségek értelmezésében kiemelt szerepet játszik az úgynevezett „healthy worker effect” jelensége. Ez azt jelenti, hogy a foglalkoztatott, rendszeres egészségügyi alkalmassági ellenőrzés alatt álló populációkban a morbiditási és mortalitási mutatók kedvezőbbek lehetnek, mint az általános népességben. A jelenség hátterében részben a szolgálatba kerüléshez és a szolgálatban maradáshoz kapcsolódó szelekciós mechanizmusok, részben pedig a folyamatos egészségügyi kontroll és a korai intervenciók állnak.¹⁴² A foglalkozás-specifikus egészségügyi szelekció szerepét több, hivatásos rendvédelmi és katonai populációban végzett vizsgálat is alátámasztja. Rendvédelmi populációkban a CVD előfordulásának értelmezését jelentősen befolyásolja a szolgálati alkalmassági rendszer és az ebből fakadó szelekció, amely az aktív állományban a manifeszt betegségek relatív alulreprezentáltságához vezethet.¹⁴³ A tűzoltók körében végzett elemzések rámutattak arra, hogy a szívhalál kockázata a szolgálati beavatkozások idején ugrásszerűen megnő, ami alátámasztja a szolgálati terhelés és a CVD akut eseményei közötti szoros kapcsolatot.¹⁴⁴ Ezek az eredmények összhangban állnak a jelen vizsgálat megfigyeléseivel, és megerősítik, hogy a

¹⁴² CHOWDHURY, 2017

¹⁴³ VIOLANTI, 2017

¹⁴⁴ KALES, 2007

hon- és rendvédelmi állományban tapasztalt alacsonyabb nagyér-szövődmény-gyakoriság részben foglalkozás-egészségügyi és szelekciós tényezők következménye lehet. A megfigyelt különbségek értelmezésekor figyelembe kell venni, hogy a strukturált egészségügyi ellenőrzés nemcsak a kockázat alakulását, hanem a szövődmények felismerésének valószínűségét és időzítését is befolyásolhatja.

A hon- és rendvédelmi szervek állományában a jogszabályban rögzített, rendszeres és strukturált egészségügyi alkalmassági vizsgálatok lehetőséget biztosítanak a szív- és érrendszeri rizikófaktorok korai felismerésére, nyomon követésére és célzott kezelésére. Nemzetközi vizsgálatok igazolták, hogy diabéteszben a korai rizikófaktor-kontroll és a strukturált gondozás szignifikánsan csökkenti a nagyér-szövődmények kialakulásának kockázatát.¹⁴⁵

Ezzel szemben a civil populációban a szénhidrátanyagcsere-zavar és a kardiovaszkuláris rizikófaktorok felismerése és követése kevésbé egységes és kevésbé strukturált. A kötelező, rendszeres szűrővizsgálatok hiánya hozzájárulhat ahhoz, hogy a kockázati állapotok hosszabb ideig kezeletlenek maradnak, ami növeli a manifeszt krónikus nagyér-szövődmények kialakulásának valószínűségét.¹⁴⁶

Összességében az elsőként dokumentált krónikus nagyér-szövődmények előfordulási gyakoriságának összehasonlító elemzése azt mutatta, hogy azok a hon- és rendvédelmi csoportban alacsonyabb dokumentált arány volt megfigyelhető, mint a civil csoportban. Az eredmények alátámasztják a 2. hipotézis gyakoriságra vonatkozó részét, ugyanakkor hangsúlyozzák, hogy a megfigyelt különbségek nem kizárólag biológiai vagy metabolikus tényezők következményei, hanem szorosan összefüggnek a szolgálati alkalmassági rendszerrel, az egészségügyi ellenőrzés szervezettségével és a foglalkoztatási státuszról eredő szelekciós hatásokkal.

Az eredmények értelmezésekor figyelembe veendő, hogy az elemzés nem populációalapú incidenciaadatokon, hanem diabetológiai szakellátásban gondozott betegek retrospektív adatain alapul. Ennek megfelelően a bemutatott gyakoriságok nem abszolút kockázatként, hanem a diabetológiai gondozásba került betegek körében megfigyelt arányokként értelmezendők.

¹⁴⁵ RAWSHANI 2018.; COSENTINO 2020

¹⁴⁶ RAWSHANI 2018.; GREGG 2014

2.5.2. Az időbeli megjelenés összehasonlító értékelése a betegségtartam alapján

A 2. hipotézis központi eleme annak vizsgálata, hogy a 2-es típusú diabétesz krónikus nagyér-szövődményei a hon- és rendvédelmi csoportban szignifikánsan hosszabb betegségtartam után jelennek-e meg, mint a civil csoportban. Ennek megfelelően az időbeli elemzés elsődlegesen a szénhidrátanyagcsere-zavar diagnózisától az elsőként dokumentált krónikus nagyér-szövődmény megjelenéséig eltelt időtartamra fókuszál.

Az összehasonlító elemzés eredményei azt mutatják, hogy a hon- és rendvédelmi csoportban az elsőként dokumentált krónikus nagyér-szövődmény átlagosan és medián értékben is hosszabb betegségtartam után jelenik meg, mint a civil csoportban. Ez arra utal, hogy a diabétesz fennállása és a klinikailag manifeszt nagyér-károsodás dokumentált megjelenése között a védelmi szektorban dolgozóknál hosszabb időtartam figyelhető meg.

Ez a megfigyelés kiemelt jelentőségű szolgáategészségügyi szempontból, mivel felveti a rendszeres alkalmassági vizsgálatok lehetséges hozzájárulását a metabolikus és a szív- és érrendszeri rizikófaktorok korai felismerésében, nyomon követésében és kezelésében. A strukturált gondozás hozzájárulhat ahhoz, hogy a nagyér-szövődmények kialakulása későbbre tolódjon, illetve hosszabb ideig maradjon klinikailag tünetmentes.

A civil csoportban ezzel szemben az első nagyér-szövődmény rövidebb betegségtartam után kerül dokumentálásra, ami feltehetően összefügghet a diabétesz későbbi felismerésével, a magasabb kezdeti szív- és érrendszeri kockázattal, valamint a kevésbé egységes, kevésbé rendszeres preventív követéssel.

Összességében a betegségtartam elemzése alapján megállapítható, hogy a hon- és rendvédelmi csoportban az elsőként dokumentált krónikus nagyér-szövődmény hosszabb diabétesztartamot követően jelenik meg, mint a civil csoportban. Ez az eredmény összhangban áll a 2. hipotézis időbeliségre vonatkozó állításával, és arra utal, hogy a védelmi szektor strukturált egészségügyi ellenőrzési rendszere a nagyér-szövődmények későbbi dokumentált megjelenését támogathatja.

2.5.3. Az időbeli megjelenés összehasonlító értékelése az életkor alapján

A 2. hipotézisnél a betegségtartam elemzését kiegészítve azt vizsgáltam, hogy az elsőként dokumentált krónikus nagyér-szövődmény milyen életkorban kerül felismerésre a hon- és rendvédelmi, illetve a civil csoportban. Az életkori elemzés lehetővé teszi annak megítélését,

hogy a hosszabb betegségtartam valóban időbeli késleltetést jelent-e, vagy csupán a diabétesz eltérő életkorban történő felismerésének következménye.

Az eredmények alapján a hon- és rendvédelmi csoportban az elsőként dokumentált krónikus nagyér-szövődmény szignifikánsan magasabb életkorban kerül felismerésre, mint a civil csoportban. Ez az életkori eltolódás összhangban áll a betegségtartam elemzés eredményeivel, és megerősíti, hogy a nagyér-szövődmények diagnosztizálása és dokumentálása a hon- és rendvédelmi csoportban későbbi életkorban történik. Ez az eredmény azt jelzi, hogy a hosszabb betegségtartam nem pusztán módszertani sajátosság lehet, hanem a nagyér-szövődmények későbbi diagnosztikus azonosítására utalhat.

Szolgálati szempontból ez különösen releváns megfigyelés, mivel a nagyér-szövődmények – különösen a koszorúér- és agyiér-eredetű események – közvetlenül befolyásolják az egészségi alkalmasságot és a szolgálatképességet. A későbbi életkorban diagnosztizált szövődmények arra utalhatnak, hogy a diabétesz tartósan olyan klinikai állapotba kerülhet, amely a szolgálati feladatok ellátását nem akadályozza.

2.5.4. Az előfordulás és a megjelenés nemek szerinti különbségeinek értékelése

A 2. hipotézishez kapcsolódó elemzések kiegészítéseként a krónikus nagyér-szövődmények előfordulását és időbeli dokumentálását nemek szerint is értelmezem. A „nem” változó a vizsgálatban rétegző tényezőként szerepel; az elemzés célja nem oksági összefüggések igazolása, hanem annak bemutatása, hogy a férfiak és a nők között eltérnek-e az elsőként dokumentált nagyér-szövődmények megjelenésének jellemzői a vizsgált populációkban.

Az elemzés során mind az előfordulási gyakoriságot, mind az időbeli jellemzőket (betegségtartam, valamint a szövődmény megjelenésekor fennálló életkor) a hon- és rendvédelmi, illetve a civil csoportban külön-külön értelmezem, figyelembe véve a nemek eltérő arányát és életkori szerkezetét.

A vizsgálati eredmények alapján a férfiak körében mindkét csoportban gyakrabban fordul elő elsőként dokumentált krónikus nagyér-szövődmény, ami összhangban áll a nemzetközi és hazai szakirodalomban leírt, férfiaknál megfigyelt magasabb kardiovaszkuláris kockázattal. Ez a különbség különösen hangsúlyos a hon- és rendvédelmi populációban, ahol a férfiak aránya eleve magasabb, és a szolgálati terhelés jellegéből adódóan több, a kardiovaszkuláris rizikót potenciálisan növelő tényező is jelen lehet.

Az időbeli elemzések azt mutatják, hogy a férfiaknál az elsőként dokumentált krónikus nagyér-szövődmény rövidebb betegségtartamot követően és fiatalabb életkorban kerül diagnosztizálásra, mint a nőknél. A női betegek esetében a szövődmények dokumentálása későbbi életkorra tolódik, és jellemzően hosszabb diabétesztartamot követően kerül felismerésre. Ez a jelenség összhangban állhat a szakirodalomban leírt, nőknél feltételezett premenopauzális hormonális protektív hatással¹⁴⁷, valamint annak a megfigyelésnek, hogy a nőkben a szív- és érrendszeri szövődmények gyakran később manifesztálódnak.¹⁴⁸

A hon- és rendvédelmi populációban a nemek közötti különbségek értelmezése speciális szolgáategészségügyi kontextusban történik. A férfi állomány dominanciája, a fizikailag és pszichésen megterhelő szolgálati környezet, valamint a váltott műszakos és készenléti munkarend mind összefüggésben állhat azzal, hogy a férfiaknál a nagyér-szövődmények korábbi életkorban kerülnek felismerésre. Ugyanakkor a rendszeres, kötelező alkalmassági vizsgálatok mindkét nem esetében lehetőséget biztosítanak a kardiovaszkuláris kockázat követésére, ami összefüggésben lehet a szövődmények későbbi dokumentált megjelenésével.

Fontos hangsúlyozni, hogy a jelen vizsgálat nem vizsgálja a krónikus nagyér-szövődmények típusainak nemek szerinti megoszlását, és nem tér ki a potenciális zavaró tényezők — például életkor, dohányzás, testösszetétel, társbetegségek, hormonális státusz vagy terápiás különbségek — többváltozós kontrolljára. Ennek megfelelően a nemek közötti eltérések leíró jellegű megfigyelésekként értelmezendők.

Összességében megállapítható, hogy az elsőként dokumentált krónikus nagyér-szövődmények előfordulása és időbeli megjelenése nemek szerint eltérő mintázatot mutat. A férfiaknál gyakoribb és korábbi dokumentált megjelenés figyelhető meg. A nőknél viszont a krónikus nagyér-szövődmények későbbi életkorban és hosszabb betegségtartamot követően kerülnek dokumentálásra mind a hon- és rendvédelmi, mind a civil csoportban. Ezek az eltérések összhangban állnak az ismert szív- és érrendszeri és nemi különbségekkel, és a 2. hipotézis értelmezését kiegészítő, fontos kontextuális információt nyújtanak, különösen a szolgálatképesség megőrzésének szempontjából.

¹⁴⁷ A premenopauzális hormonális védelem azt jelenti, hogy a menopauzát megelőző életszakaszban fennálló, elsősorban ösztrogénmediált biológiai állapot kedvezően befolyásolja az érrendszeri és metabolikus folyamatokat.

¹⁴⁸ GERSH 2024

2.5.5. Típus szerinti megoszlás a teljes vizsgálati populációban és nemek szerint

Az eredmények alapján megállapítható, hogy a vizsgált populációban az elsőként dokumentált krónikus nagyér-szövődmények döntő többsége koszorúér- és agyiér-eredetű esemény volt, míg a perifériás érbetegségek jóval kisebb arányban jelentek meg első szövődményként. Ez összhangban áll a cukorbetegséghez társuló makrovaszkuláris szövődmények ismert epidemiológiai mintázatával, amelyben a szív- és cerebrovaszkuláris érintettség korábban és nagyobb gyakorisággal manifesztálódik. Egy több mint 4,5 millió T2DM-ben szenvedő egyén adatait feldolgozó metaanalízis¹⁴⁹ eredményei szerint a CVD kórállapotok globálisan a diabéteszes populáció 32,2%-ában fordulnak elő, melyek közül a leggyakoribb a koszorúér betegség és a sztrók. A jelen vizsgálat azonban kizárólag az elsőként dokumentált nagyér-szövődményt értékeli, ezért a bemutatott arányok közvetlen epidemiológiai összehasonlítása nem lehetséges.

Az egyedi szövődmények közül leggyakrabban az arteria carotis interna szűkülete került dokumentálásra, míg a sztrók a harmadik leggyakoribb klinikai eseménynek bizonyult. A szövődménytípusok megoszlásának értelmezésekor figyelembe kell venni az alkalmazott definíciós kritériumokat, különösen az agyiér-eredetű eltérések besorolását (lásd 2.2.3.).

A nemek szerinti elemzés valamennyi szövődménytípus esetében férfi dominanciát mutatott. Bár a férfiak aránya mindhárom nagyér-területen magasabb volt, a különbségek mértéke mérsékelt variabilitást jelzett. Ez arra utal, hogy a nem önmagában nem kizárólagos meghatározója a szövődménytípusnak, ugyanakkor fontos asszociált tényezőként jelenhet meg. A nőknél megfigyelhető alacsonyabb esetszám háttérében részben életkori különbségek, valamint a szakirodalomban leírt hormonális protektív hatás szerepe is felvethető.

2.6. A 2. hipotézis összegző értékelése és részkövetkeztetései

A 2. hipotézis vizsgálatának fő megállapításai az alábbiakban foglalhatók össze:

- Az elsőként dokumentált krónikus nagyér-szövődmények előfordulási gyakorisága a hon- és rendvédelmi csoportban szignifikánsan alacsonyabb, mint a civil csoportban (11,6%, illetve 15,7%; $\chi^2 = 14,67$; $p < 0,001$; OR = 0,70). A statisztikai vizsgálat 30%-kal alacsonyabb előfordulási esélyt igazolt.

¹⁴⁹ EINARSON 2018

- Az első krónikus nagyér-szövődmény dokumentálása a hon- és rendvédelmi dolgozóknál hosszabb betegségtartamot követően történik ($p = 0,03$).
- A szövődmény diagnózisakor fennálló életkor a hon- és rendvédelmi csoportban magasabb (66,3 év, illetve 62,7 év; $p < 0,001$), ami összhangban áll a hosszabb betegségtartammal, de önálló hipotézisállítást nem képez.

A 2. hipotézis két vizsgálándó állítást fogalmaz meg: egyrészt azt, hogy a hon- és rendvédelmi szervek dolgozóinál a 2-es típusú diabéteszhez társuló krónikus nagyér-szövődmények kisebb gyakorisággal fordulnak elő, másrészt azt, hogy ezek a szövődmények hosszabb betegségtartamot követően jelennek meg a civil csoporthoz viszonyítva.

Az elsőként dokumentált krónikus nagyér-szövődmények előfordulási gyakoriságának elemzése alapján a hon- és rendvédelmi populációban alacsonyabb arányban volt kimutatható nagyér-szövődmény, mint a civil csoportban. Ez az eredmény összhangban áll a hipotézis első részével, és arra utal, hogy a védelmi szektor dolgozóinál a diabétesz krónikus nagyér-szövődményei ritkábban kerülnek dokumentálásra. Az értelmezés során hangsúlyozandó, hogy az elemzés minden esetben az elsőként dokumentált nagyér-szövődményre korlátozódik, így nem a teljes szövődményteher, hanem a manifesztáció kezdetének jellemzőit tükrözi.

A betegségtartam alapján végzett időbeli elemzések azt mutatják, hogy a hon- és rendvédelmi csoportban az elsőként dokumentált krónikus nagyér-szövődmény hosszabb diabétesztartamot követően kerül dokumentálásra, mint a civil csoportban.

Az életkor szerinti összehasonlítás alapján a krónikus nagyér-szövődmények megjelenése a hon- és rendvédelmi csoportban későbbi életkorban történik, ugyanakkor az életkori különbségek abszolút mértéke mérsékelt. Az életkor önmagában kevésbé alkalmas a hipotézis igazolására, ugyanakkor az életkor- és betegségtartam-alapú elemzések együttesen a krónikus nagyér-szövődmények késleltetett megjelenésére utalnak a védelmi szektorban.

A nemek szerinti elemzések alapján mindkét vizsgált csoportban hasonló mintázat figyelhető meg: a férfiaknál a krónikus nagyér-szövődmények gyakoribbak és korábbi időpontban kerülnek dokumentálásra, míg a nőknél későbbi életkorban és hosszabb betegségtartamot követően jelennek meg. Ezek a különbségek nem változtatják meg érdemben a hipotézis fő irányát, ugyanakkor fontos értelmezési keretet adnak az eredményekhez, különösen a hon- és rendvédelmi populáció férfi dominanciájának figyelembevételével.

Az eredmények szolgálategészségügyi szempontból összességében kedvező mintára utalnak. A krónikus nagyér-szövődmények ritkább és későbbi megjelenése összefüggésben

állhat a hon- és rendvédelmi szektorban működő rendszeres, szervezett egészségügyi ellenőrzési rendszerrel, valamint a szolgálati alkalmassági követelményekkel. Mindezek hozzájárulhatnak a szív- és érrendszeri kockázat mérsékléséhez és a munkaképesség hosszabb ideig történő megőrzéséhez. A szövődmenytípusok megoszlása a két populációban hasonló volt. Ugyanakkor a vizsgálat nem alkalmas annak eldöntésére, hogy e kedvezőbb mintázat kizárólag preventív mechanizmusok eredménye-e, vagy részben a dokumentáció és utánkövetés sajátosságait is tükrözi.

Összességében a 2. hipotézis a vizsgált, diabetológiai szakellátásban gondozott betegcsoportban alátámasztást nyert, mivel mind a krónikus nagyér-szövődmenyek ritkább előfordulása, mind azok hosszabb betegség tartamot követő megjelenése statisztikailag igazolható a hon- és rendvédelmi szervek dolgozóinak körében a civil csoporthoz képest.

A fejezet eredményei hozzájárulnak annak megértéséhez, hogy a diabétesz krónikus nagyér-szövődmenyeinek megjelenését nem kizárólag egyéni kockázati tényezők, hanem a munkakörnyezet, a szolgálati terhelés és az egészségügyi ellenőrzési rendszer strukturális sajátosságai is befolyásolják.

3. A SZÉNHIDRÁTANYAGCSERE-ZAVAR KOCKÁZATALAPÚ SZŰRÉSE FINDRISC-KÉRDŐÍV ALKALMAZÁSÁVAL A HON- ÉS RENDVÉDELMI ÁLLOMÁNYBAN

3.1. Célkitűzés

A disszertáció 3. hipotéziséhez kapcsolódó vizsgálatot az engedélyezett kutatási protokoll alapján végeztem a hon- és rendvédelmi állomány körében. A kutatás címe: *„A szénhidrátanyagcsere-zavar kockázatalapú szűrése hon- és rendvédelmi dolgozók körében: a FINDRISC kérdőív eredménye alapján elvégzett cukorterheléses vizsgálat és a folyamatos vércukormonitorozás eredményeinek összehasonlítása”*.

A vizsgálat célja a 40 év feletti, ismert szénhidrátanyagcsere-zavarban nem szenvedő személyek körében alkalmazott kockázatalapú szűrés hatékonyságának értékelése volt. A 40 éves alsó korhatár meghatározása tudatos, preventív döntésként történt, amely a fokozott kockázat korábbi azonosítását célozta a hon- és rendvédelmi állomány speciális foglalkozási populációjában. A kutatás során a FINDRISC kérdőív kitöltése és az eredmények elemzése történt annak vizsgálatára, hogy a kérdőív diagnosztikai kiválasztási eszközként alkalmas-e az adott populációban a fokozott kockázatú, illetve a szénhidrátanyagcsere-zavar kórmegelőző állapotába (pediabétesz) sorolható egyének korai azonosítására.

A FINDRISC kérdőív alapján elért pontszámok függvényében, a 12 vagy annál magasabb értéket mutató résztvevők esetében OGTT és HbA1c-meghatározás elvégzését irányoztam elő a prediabétesz, illetve a korábban nem ismert diabétesz fennállásának kizárása vagy igazolása céljából. A disszertáció harmadik fejezete a 3. hipotézis vizsgálatát szolgálja, és a vizsgálat teljes módszertani keretén belül a FINDRISC kérdőív alkalmazásának, valamint az ahhoz kapcsolódó OGTT- és HbA1c-alapú diagnosztikai lépések eredményeinek bemutatására és értékelésére fókuszál.

3.2. Kutatási módszer

3.2.1. Vizsgálati terv és a vizsgálatba bevont populáció

A vizsgálat céljának megfelelően a kutatási terv a védelmi szerveknél dolgozó, 40 év feletti, ismert szénhidrátanyagcsere-zavarban nem szenvedő személyek bevonására irányult. A nemzetközi és hazai szakmai ajánlások a szűrővizsgálatok tekintetében a ≥ 45 év feletti populációra fókuszálnak, azonban a jelen vizsgálatban a beválasztási korhatárt 40 évben határoztam meg a hon- és rendvédelmi állomány preventív szűrésének támogatása és a kockázat korábbi felismerésének vizsgálata céljából.¹⁵⁰ A 40 éves beválasztási korhatár összhangban állt a FINDRISC pontképzési rendszerével, mivel a kérdőív 40–44 éves korcsoportra külön pontkategóriát tartalmaz. A vizsgálati terv kialakítása során így lehetőség nyílt annak elemzésére, hogy a FINDRISC kérdőív milyen kockázati profilt mutat a szakmai ajánlásokban szereplő célpopulációnál fiatalabb, ugyanakkor szolgálati sajátosságai alapján potenciálisan veszélyeztetett korcsoportban.

A vizsgálat tervezett mintanagysága 200–300 fő volt, akiknél a FINDRISC kérdőív eredményeinek statisztikai elemzését terveztem. A kérdőív összpontszámának függvényében, a 12 vagy annál magasabb pontszámot elérő résztvevők esetében OGTT és HbA1c meghatározás elvégzésére került sor szénhidrátanyagcsere-zavar fennállásának kizárása vagy igazolása céljából.

A kutatás részletes protokollját az alábbi intézmények hagyták jóvá, és biztosították a megvalósításhoz szükséges engedélyeket:

- ÉPC-HK;
- Regionális Kutatásetikai Bizottság (RKEB);
- MH EK;
- Belügyminisztérium Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság (BM OKF);
- Büntetés-végrehajtás Országos Parancsnoksága (BVOP);
- ORFK.

A felsorolt utolsó négy szervezet nem csak a kutatás etikai és adminisztratív feltételeit biztosította, hanem a vizsgálati populáció elsődleges forrását is jelentette; a vizsgálatba bevont alanyok ezen intézmények állományából kerültek ki.

¹⁵⁰ Érvényben lévő magyar szakmai irányelv 2023: 1210

A befogadó nyilatkozatok birtokában az NNGYK a kutatás elvégzéséhez szükséges engedélyt „NNGYK/28385-7/2025” iktatószámom, 2025. május 22-én adta ki, hét hónapos időtartamra.

A vizsgálat eredeti terve szerint a beválasztás kizárólag a foglalkozás-egészségügyi vizsgálaton megjelenő munkavállalók köréből történt volna. A kutatás során azonban a beválasztási kritériumok módosítása vált szükségessé, amelynek értelmében a vizsgálatba valamennyi olyan hon- és rendvédelmi dolgozó bevonhatóvá vált, aki számára jogszabály alapján kötelező az időszakos munkaköri alkalmassági vizsgálaton való részvétel. A beválasztási kör kiterjesztése lehetővé tette a vizsgálati populáció szélesebb lefedését.

A vizsgálatba önkéntes, 40 életévüket betöltött férfi és női hon- és rendvédelmi dolgozók kerülhettek beválasztásra. A résztvevők a vizsgálat megkezdése előtt elolvasták a tájékoztatót, és aláírták a beleegyező nyilatkozatot. Beválasztási feltétel volt, hogy az egyéni kórelőzményben diabétesz vagy más szénhidrátanyagcsere-zavar ne szerepeljen, ugyanakkor a korábban előforduló terhességi cukorbetegség nem jelentett kizáró tényezőt. Beválasztási feltétel volt továbbá, hogy a résztvevők a vizsgálati terv betartására — beleértve az OGTT vizsgálatra való felkészülést — képesek és hajlandók legyenek.

Kizárási kritériumok voltak az ismert szénhidrátanyagcsere-zavar és a 40 év alatti életkor. Kizárást jelentett továbbá, ha a vizsgálatot megelőző 90 napon belül vagy a vizsgálat során a testsúlyra vagy a glükózanyagcserére ismertén ható gyógyszeres kezelés történt, ha terhesség vagy szoptatás állt fenn, illetve ha a résztvevő a vizsgálat ideje alatt életmódjának — különösen étkezési, testmozgási vagy alvási szokásainak — jelentős megváltoztatását tervezte. Nem kerülhettek beválasztásra azok a személyek sem, akiknél az elhízás kezelése céljából korábban vagy a vizsgálat időtartama alatt sebészi beavatkozás vagy testsúlycsökkentő eszköz alkalmazása történt vagy volt tervezett. Ez alól kivételt képeztek azok az esetek, akiknél zsírleszívást vagy hasplasztikát legalább egy évvel a vizsgálat kezdete előtt végeztek, illetve, ha az állítható gyomorgyűrűt, a gyomorballont vagy a felszívódást gátló bélrendszeri eszközt legalább egy évvel a szűrés előtt eltávolították. Vérszegénység és a veseműködést befolyásoló kórállapotok önmagukban nem jelentettek kizárást, azonban ezek fennállása esetén a HbA1c-meghatározás a protokoll szerint mellőzésre került.

A vizsgálat módszertani kereteinek meghatározásakor a FINDRISC kérdőív alapján indokoltta váló, vérévétellel járó vércukor- és HbA1c meghatározások elvégzését az ÉPC-HK Központi Laboratóriumi Diagnosztikai Osztályán határoztam meg. A vizsgálatban résztvevő,

vidéken szolgálatot teljesítő hon- és rendvédelmi dolgozók esetében azonban az éhgyomri vérvétel megszervezése logisztikai okok miatt a szolgálati helyhez vagy lakóhelyhez közeli akkreditált laboratóriumban volt kivitelezhető. Ennek megfelelően a kutatás adatainak összesítése és kiértékelése során a résztvevők akkreditált laboratóriumokban meghatározott vénás vércukor- és HbA1c eredményei is bevonásra kerültek az elemzésben.

3.2.2. A FINDRISC kérdőív alkalmazásának módszertana

A FINDRISC kérdőív validált, nem invazív kockázatbecslő eszköz, amely a T2DM 10 éves kialakulási kockázatának becslésére szolgál. A kérdőív alkalmazása a jelen vizsgálatban kockázatalapú szűrőeszközként történt, önmagában diagnosztikus döntéshozatal alapjául nem szolgált.

A vizsgálat során a résztvevők által kitöltött FINDRISC kérdőív nyolc pontozott kérdésének eredményei kerültek feldolgozásra. A kérdőív kitöltése során a testtömeg, a testmagasság, valamint a kérdőív egyéb tételeihez tartozó adatok a résztvevők önbevalláson alapuló adatszolgáltatásából származtak. A BMI számítása az önbevallás alapján megadott testtömeg- és testmagasságadatok felhasználásával történt. A derékkörfogat meghatározása ezzel szemben minden esetben objektív, standardizált mérés alapján, mérőszalag alkalmazásával valósult meg.

3.2.3. A laboratóriumi vizsgálat elvégzésének indokoltsága

A FINDRISC kérdőív alapján 12 vagy annál magasabb pontszámot elérő résztvevők esetében egy időben OGTT és HbA1c-meghatározás történt. Az OGTT vizsgálat a hatályos nemzetközi és hazai szakmai irányelveknek megfelelően zajlott. A vizsgálat során a résztvevőknél 75 g glükóz per os bevitelét követően, előre meghatározott időpontokban vénás vérmintavétel történt.¹⁵¹

A laboratóriumi vizsgálati eredmények — a hatályos WHO- és ADA-diagnosztikai határértékei¹⁵² — alapján a vizsgált személyek normális szénhidrátanyagcsere-állapotú, izolált IFG-vel, izolált IGT-vel, IFG és IGT együttes fennállásával jellemezhető, illetve diabétesz kategóriába kerültek besorolásra.

¹⁵¹ Érvényben lévő magyar szakmai irányelv 2023: 1154

¹⁵² WHO 2006 – ADA 2019

3.2.4. A tudományos hipotézis statisztikai feldolgozásának módszertana

A 3. hipotézis statisztikai vizsgálatának célja a FINDRISC kérdőív alkalmazásán alapuló kockázatalapú szűrés eredményességének értékelése volt. Az elemzés annak meghatározását célozta, hogy a módszer milyen mértékben járul hozzá a korábban nem ismert szénhidrátanyagcsere-zavarok felismeréséhez a 40 év feletti hon- és rendvédelmi dolgozók körében.

A statisztikai elemzés során vizsgált változók közé tartoztak a demográfiai jellemzők (életkor, nem), a FINDRISC kérdőív egyes tételeinek pontszámai és az összpontszám, valamint az OGTT (éhomis és 120 perces vércukorértékek) és a HbA1c-vizsgálatok eredményei. A szénhidrátanyagcsere-állapot besorolása elsődlegesen az OGTT eredményei alapján történt; a HbA1c-értékek kiegészítő diagnosztikai információként kerültek figyelembevételre.

Az adatelemzés több lépcsőben valósult meg. A vizsgálati populáció és az alcsoportok jellemzésére leíró statisztikai módszereket alkalmaztam; a kategorikus változókat gyakorisági megoszlásokkal és arányokkal jellemeztem. A $\text{FINDRISC} \geq 12$ pontszám alapján OGTT-re irányított alcsoportban a diagnosztikus hozamot aránybecsléssel, binomiális módszerek és 95%-os konfidencia-intervallumokkal értékeltem.

Az adatok eloszlásának vizsgálatát Kolmogorov–Smirnov- és Shapiro–Wilk-próbával végeztem el; a kisebb alcsoportlétszámokra tekintettel az értelmezés során elsősorban a Shapiro–Wilk-próba eredményeit vettem figyelembe. A normalitási feltételek sérülése esetén az összefüggések vizsgálatára nemparaméteres statisztikai módszereket alkalmaztam. A FINDRISC összpontszám és a laboratóriumi paraméterek közötti kapcsolatok vizsgálata Spearman-féle rangkorrelációval történt. A kóros szénhidrátanyagcsere-állapot jelenlétének predikciójára bináris logisztikus regressziós modellt alkalmaztam. Az eredményeket esélyhányadosként (Odds Ratio, OR) és 95%-os konfidencia-intervallummal közöltem.

A FINDRISC-alapú szűrés populációs hozamának értékelésére meghatároztam a number needed to screen (NNS) mutatót, amely az egy új eset felismeréséhez szükséges szűrések számát fejezi ki.

A terheléses vércukorvizsgálaton való megjelenés arányát a $\text{FINDRISC} \geq 12$ pontszámú populációban leíró statisztikai módszerekkel, 95%-os konfidencia-intervallumok megadásával elemeztem.

A statisztikai elemzéseket a JASP statisztikai szoftver alkalmazásával végeztem. Az elemzések során a hiányzó adatok kezelése a szoftver alapértelmezett beállításai szerint történt;

a számítások kizárólag a ténylegesen rendelkezésre álló adatokon alapultak. A statisztikai következtetések értelmezésekor figyelembe vettem a vizsgálat módszertani korlátait, különös tekintettel a részleges laboratóriumi kivizsgáltságra. A statisztikai szignifikancia szintjét minden elemzés esetében $p < 0,05$ szinten határoztam meg.

3.2.5. A vizsgálat módszertani sajátosságai és korlátai

A vizsgálat erősségei közé tartozott a strukturált, kockázatalapú szűrés alkalmazása, valamint a hon- és rendvédelmi állomány célzott bevonása volt. A protokollban alkalmazott, 40 évre csökkentett alsó beválasztási korhatár lehetővé tette a kockázati profil vizsgálatát a szakmai ajánlások célpopulációinál fiatalabb korcsoportban is.

Korlátot jelentett, hogy a szakmai irányelvek alapján az OGTT és a HbA1c-meghatározás kizárólag a FINDRISC ≥ 12 pontszámot elérő résztvevőknél került indikálásra. Az OGTT a gyakorlatban az érintettek egy részénél valósult meg. A részleges kivizsgáltság (92 OGTT-indikált személy közül 31 esetben történt terhelés) verifikációs torzítás lehetőségét veti fel. A laboreredmények alapján levont következtetések ezért elsősorban a kivizsgált alcsoport populációjára érvényesek.

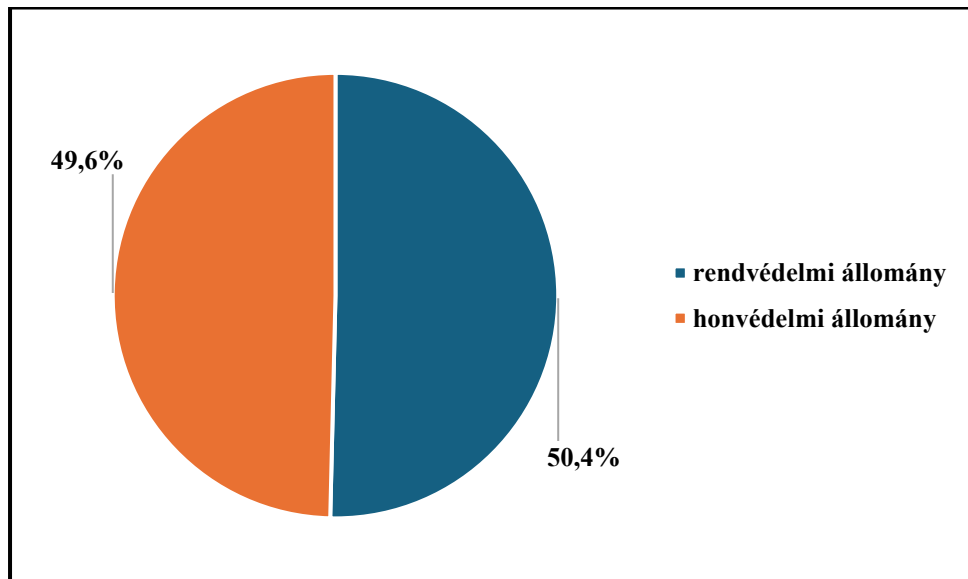
További módszertani sajátosság, hogy a vidéken szolgálatot teljesítő résztvevők esetében a mintavétel logisztikai okokból nem minden esetben az ÉPC-HK intézetben történt, így a vénás vércukor- és HbA1c-meghatározások eltérő laboratóriumi helyszíneken valósultak meg. Ez növelhette a mérési környezet heterogenitását, ugyanakkor a diagnosztikai besorolás a hatályos határértékek alapján, nemzetközileg elfogadott standard kategóriák mentén történt.

A kérdőíves adatgyűjtés sajátosságából adódóan a testtömeg és testmagasság önbevallás alapján került rögzítésre, míg a derékkörfogat minden esetben standardizált, objektív mérésből származott. Mivel az életkor a FINDRISC kérdőív strukturális eleme, a 40–44 éves és a ≥ 45 éves korcsoport közötti különbségek statisztikai összehasonlítása a pontszámok közvetlen statisztikai összehasonlítása módszertanilag korlátozott. Az életkori bontású eredmények értékelése ezért elsősorban leíró statisztikai megközelítésben történt.

3.3. A vizsgálati populáció leíró jellemzői

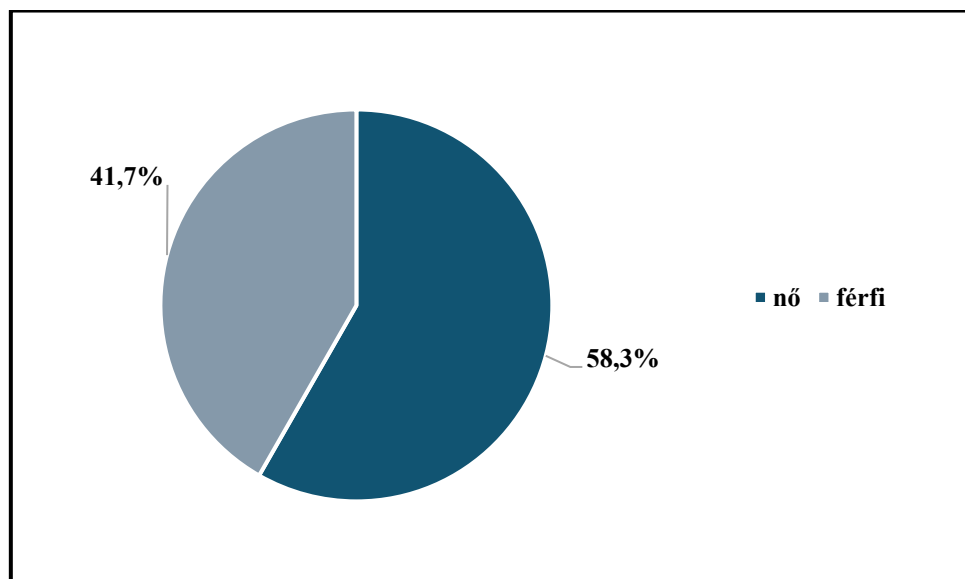
A FINDRISC kérdőív kitöltése 2025. június 30. és 2025. november 26. között történt, összesen 266 fő részvételével. A szolgálati hovatartozás szerinti megoszlás közel kiegyenlített volt; a

mintát 134 fő (50,4%) rendvédelmi és 132 fő (49,6%) honvédségi állományba tartozó résztvevő alkotta. A szolgálati megoszlást a 19. ábra szemlélteti.



19. ábra: A vizsgált populáció megoszlása a hon- és rendvédelmi állomány szerint (n = 266)
(Forrás: szerző saját szerkesztése.)

A vizsgált populáció 155 fő nőből (58,3%) és 111 fő férfiből (41,7%) állt. A nemek arányát a 20. ábra szemlélteti.

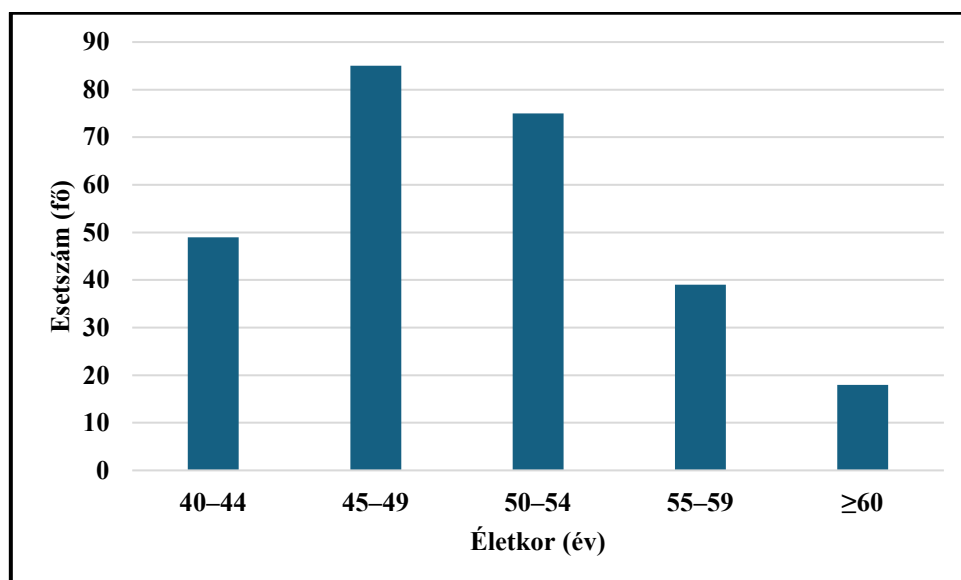


20. ábra: A vizsgálati populáció nemek szerinti megoszlása (n = 266)
(Forrás: szerző saját szerkesztése.)

A vizsgálatba bevont 266 fő életkori megoszlását 5 éves korcsoportok szerint elemeztem. A résztvevők legnagyobb hányada a 45–49 éves korcsoportba tartozott (85 fő), ezt követte az 50–54 éves korcsoport (75 fő). A 40–44 éves korcsoportot 49 fő, az 55–59 éves korcsoportot 39 fő alkotta, míg a 60 év felettek száma 18 fő volt. A vizsgált populáció 81,6%-a 45 év feletti volt, ami összhangban áll a FINDRISC kérdőív eredeti célpopulációjával. A 40

évre csökkentett beválasztási küszöb elsősorban a 40–44 éves korcsoport preventív célú bevonását tette lehetővé.

A vizsgálatba bevont résztvevők életkori megoszlását a 21. ábra szemlélteti.



21. ábra: A vizsgálati populáció életkori megoszlása korcsoportok szerint

Megjegyzés: Az ábra a vizsgálatba bevont 266 fő életkori megoszlását mutatja 5 éves korcsoportok szerint.
(Forrás: szerző saját szerkesztése.)

A teljes vizsgálati populáció átlagéletkora 52,7 év volt; a résztvevők életkora 40 és 63 év között változott. A két szolgálati populáció életkori tartománya hasonló volt. A minimális életkor mindkét csoportban 40 év volt, míg a maximális életkor a honvédelmi állományban 62 év, a rendvédelmi állományban 63 év volt.

A honvédségi és rendvédelmi állomány, valamint a teljes vizsgálati populáció életkori leíró statisztikai jellemzőit a 32. táblázat foglalja össze.

Populáció	Érvényes (fő)	Medián életkor (év)	Átlagéletkor (év)	Szórás SD, (év)	Legalacsonyabb életkor (év)	Legmagasabb életkor (év)
Honvédségi	132	49	53,2	5,8	40	62
Rendvédelmi	134	50	53,9	5,3	40	63
Teljes	266	50	52,7	5,6	40	63

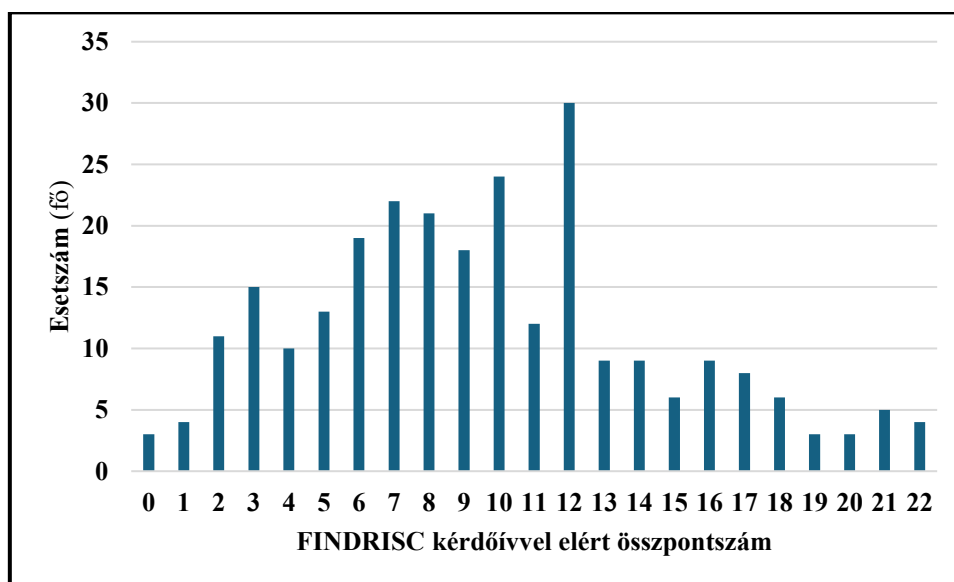
32. táblázat: A vizsgálati populáció leíró életkori jellemzői a honvédségi és rendvédelmi állományban, valamint a teljes vizsgált populációban (n = 266)
(Forrás: szerző saját szerkesztése.)

3.4. A FINDRISC kérdőív kitöltésével nyert adatok

3.4.1. A FINDRISC összpontszámok eloszlása és kockázati kategóriái

A kitöltött FINDRISC kérdőívvel elért összpontszám a vizsgálati mintában 0 és 22 pont között változott. A pontszámok átlaga 9,2 volt, míg a medián 8,5 pont volt.

A 22. ábra az egyes FINDRISC-pontértékek előfordulási gyakoriságát mutatja.



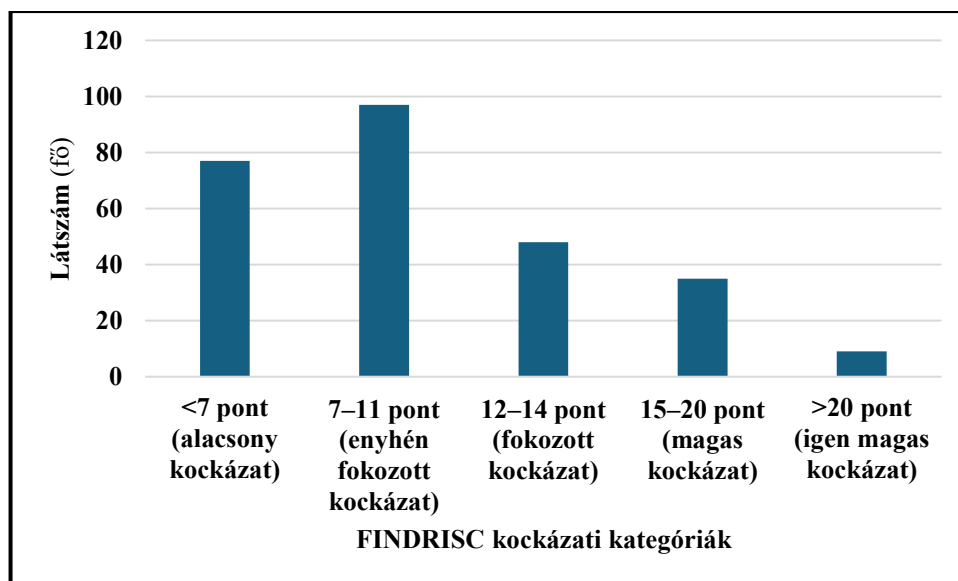
22. ábra: A FINDRISC kérdőívvel elért összpontszámok eloszlása a vizsgálati populációban (n = 266)
(Forrás: szerző saját szerkesztése.)

3.4.2. A FINDRISC kérdőív alapján meghatározott kockázati kategóriák megoszlása a vizsgált populációban

A FINDRISC összpontszám alapján a < 7 pont kategóriába (alacsony kockázat) 77 fő, a 7–11 pontos tartományba 97 fő, míg a 12–14 pontos kategóriába 48 fő tartozott. A 15–20 pontos csoportban 35 fő, míg a > 20 pont feletti kategóriában (nagyon magas kockázat) 9 fő tartozott.

A ≥ 12 pontos FINDRISC-értéket elért résztvevők esetében laboratóriumi kivizsgálás került indikálásra a szénhidrátanyagcsere-zavar fennállásának kizárása vagy igazolása céljából. Ez a mérsékelt, magas és nagyon magas kockázati csoportba tartozó résztvevőket érintette. Ez a teljes vizsgálati populáció 34,6%-át jelentette (n = 92). A FINDRISC-alapú kockázati besorolás lehetővé tette a laboratóriumi kivizsgálás célzott, kockázatalapú alkalmazását a vizsgálati populációban.

A 23. ábra a FINDRISC-kategóriák szerinti megoszlását mutatja.



23. ábra: A vizsgálati populáció megoszlása a FINDRISC kérdőív összpontszáma alapján (n = 266)
(Forrás: szerző saját szerkesztése.)

3.4.3. A FINDRISC kérdőív tételei szerinti kockázati profil a vizsgált populációban

A vizsgálati populációban a FINDRISC kérdőív egyes kérdéseire adott válaszok alapján számított pontszámok eltérő eloszlást mutattak. Az egyes tételek eltérő pontozási rendszere miatt a nyers pontszámok nem tették lehetővé a kockázati tényezők közvetlen összehasonlítását, mivel az egyes tételek eltérő maximális pontértékkel és kategóriaszerkezettel rendelkeznek. A relatív terheltségi mutató alkalmazása ezért módszertanilag indokolt volt, mivel lehetővé tette az egyes kockázati tényezők összehasonlítható formában történő értékelését. Ennek megfelelően a válaszok értékelése az adott kérdés maximálisan adható pontszámához viszonyított százalékos formában történt.

A relatív terheltség az adott tétel átlagpontszámának a maximálisan elérhető pontszámhoz viszonyított százalékos aránya. A legnagyobb relatív terheltség a haskőrfogat esetében volt megfigyelhető (63,5%), amelyet az életkor (46,1%) és a testtömegindex (41,0%) követett. A családi anamnézishez kapcsolódó kockázati tényező szintén számottevő relatív terheltséget mutatott (38,9%). Ezzel szemben az életmódi tényezők közül a fizikai aktivitás (16,9%) és a zöldség-gyümölcs fogyasztás (21,8%) alacsonyabb relatív terheltségi értékekkel jellemezhető. A korábban mért magasabb vércukorértékhez kapcsolódó tétel relatív terheltsége 18,5% volt. Az ennél a kérdésnél megfigyelt nagyobb szórás (SD = 1,9 pont) az eloszlás jobbra ferdeségével (pozitív aszimmetriájával) magyarázható: a válaszok többsége 0 pontos volt, miközben kisebb hányadnál magas (akár maximális) pontszám jelent meg. A

vérnyomáscsökkentő gyógyszer szedésére vonatkozó kérdés esetében a relatív terheltség 27,1%-nak adódott.

Mivel az életkor a FINDRISC kérdőív strukturális eleme, annak gyakorisági megoszlását külön elemeztem. A vizsgálatba bevont 266 fő életkori megoszlását a 3.3. fejezetben lévő 21. ábra szemlélteti. A populáció 217 fője (81,6%) 45 éves vagy annál idősebb volt, ami összhangban áll a FINDRISC kérdőív eredeti validációs populációjával. A protokollban alkalmazott, 40 évre csökkentett beválasztási alsó korhatár így elsősorban a kockázat korábbi felismerését szolgálta, miközben a vizsgálati minta döntő hányada továbbra is a klasszikus, emelkedett diabéteszkockázatú korcsoportba tartozott.

A FINDRISC kérdőív egyes kérdéseire adott válaszok leíró statisztikai jellemzőit és a maximálisan adható pontszámhoz viszonyított relatív terheltséget a 33. táblázat foglalja össze.

Kérdés	Átlag	Szórás, SD	Minimum	Felső kvartilis (Q3, 75. percentilis)	Maximum	Relatív terheltség (%)
Életkor	1,8	1,0	0	2,0	3	46,1
BMI	1,2	1,1	0	1,0	3	41,0
Haskőrfogat	2,5	1,7	0	4,0	4	63,5
Fizikai aktivitás	0,3	0,7	0	0,0	2	16,9
Zöldség, gyümölcs fogyasztás	0,2	0,4	0	0,0	1	21,8
Vérnyomáscsökkentő gyógyszer szedése	0,5	0,9	0	2,0	2	27,1
Korábban mért emelkedett vércukorérték	0,9	1,9	0	0,0	5	18,5
Családi anamnézis	1,9	2,3	0	5,0	5	38,9

33. táblázat: A FINDRISC kérdőív egyes kérdéseire adott válaszok leíró statisztikai jellemzői és a maximális pontszámhoz viszonyított relatív terheltség a vizsgálati populációban (n = 266)

Megjegyzés: A „Relatív terheltség (%)” oszlop az adott tétel maximális pontszámához viszonyított átlagos százalékos értéket mutatja.

(Forrás: szerző saját szerkesztése.)

3.4.4. A FINDRISC kérdőív egyes kockázati tényezőinek gyakorisági megoszlása a vizsgált populációban

A FINDRISC kérdőív pontszám alapú kockázati profiljának elemzését kiegészítve az egyes kérdésekhez kapcsolódó, fokozott rizikót jelentő válaszok gyakorisági vizsgálata lehetővé tette annak bemutatását, hogy a vizsgálati populáció mekkora hányada érintett ténylegesen az egyes

kockázati tényezőkben. Ez a megközelítés eltér a relatív terheltségi mutatóktól, ugyanakkor érdemben kiegészíti azokat a szénhidrátanyagcsere-zavar kockázati mintázatának értelmezésében.

Az életkor a FINDRISC kérdőívben nem bináris kockázati tényezőként, hanem többkategóriás, strukturális háttérváltozóként szerepel. Ezért gyakorisági elemzése módszertanilag nem volt közvetlenül összehasonlítható a jelenlét–hiány logikájú kockázati tényezőkkel. Az életkor szerinti megoszlás a 3.3 fejezetben bemutatott 21. ábra alapján értelmezhető. A vizsgálati populáció többsége ≥ 45 év feletti volt, ami illeszkedik a FINDRISC eredeti célcsoportjához.

A vizsgálati populációban az antropometriai kockázati tényezők előfordulása volt a leggyakoribb. Emelkedett BMI-érték és kóros derékkörfogat a résztvevők több mint kétharmadánál volt jelen (69,5% és 70,7%), ami összhangban áll a kérdőív pontszám alapú elemzése során azonosított magas relatív terheltségi értékekkel.

Az életmódi tényezők közül a rendszeres fizikai aktivitás hiánya és a napi zöldség- és gyümölcsfogyasztás elmaradása a vizsgálati populáció kisebb, de klinikai szempontból releváns hányadát érintette (17,3%, illetve 21,8%). Bár ezek a tényezők a FINDRISC pontszámításában alacsonyabb súllyal szerepelnek, előfordulási gyakoriságuk a célzott életmód-intervenciók tervezése szempontjából érdemi információt hordoz.

Az egyéni kórelőzmény tekintetében a vérnyomáscsökkentő gyógyszer szedése 27,1%-ban, a korábban mért emelkedett vércukorérték 18,8%-ban fordult elő. A családi anamnézis alapján a vizsgált személyek 43,6%-a rendelkezett diabetes szempontjából pozitív családi előzménnyel.

A FINDRISC kérdőív egyes tételeihez kapcsolódó kockázatot jelentő válaszok előfordulási arányát — a kérdőív eredeti sorrendjét követve — a 34. táblázat foglalja össze.

FINDRISC kérdés	Kockázatot jelentő válasz	Esetszám (fő)	Arány (%)
Életkor	≥ 45 év (FINDRISC eredeti célcsoport)	217	81,6
BMI	Túlsúly / elhízás	185	69,5
Derékkörfogat	Emelkedett	188	70,7
Fizikai aktivitás	Nem rendszeres	46	17,3
Zöldség- és gyümölcsfogyasztás	Nem naponta	58	21,8
Vérnyomáscsökkentő gyógyszer szedése	Igen	72	27,1
Korábban mért emelkedett vércukorérték	Igen	50	18,8
Családi anamnézis	Pozitív	116	43,6

34. táblázat: A FINDRISC kérdőív egyes kockázati tényezőinek előfordulási aránya a vizsgálati populációban (n = 266)

(Forrás: szerző saját szerkesztése.)

3.4.5. A FINDRISC kérdőív kockázati tényezőinek előfordulása a 40–44 és a ≥ 45 éves korcsoportokban

A jelen vizsgálatban alkalmazott, 40 évre csökkentett beválasztási alsó korhatár lehetővé tette annak elemzését, hogy a 40–44 éves korosztályban milyen mértékben jelennek meg a FINDRISC kérdőív által vizsgált kockázati tényezők. A két korcsoport közötti különbségek statisztikai tesztelése a vizsgálat exploratív jellegére és az életkor FINDRISC-pontszámra történő beépítettségére tekintettel nem képezte az elemzés elsődleges célját.

A vizsgálati populációban lehetőség nyílt a 40–44 éves és a ≥ 45 éves korcsoportba tartozó résztvevők elkülönített bemutatására. A 266 fős mintából 49 fő tartozott a 40–44 éves korcsoportba, míg 217 fő volt 45 éves vagy annál idősebb.

A FINDRISC összpontszám alapján meghatározott kockázati kategóriák megoszlása eltérően alakult a két életkori csoportban. A 40–44 évesek körében a legnagyobb arányban az alacsony kockázati kategória fordult elő (57,1%; n = 28), ezt követte az enyhén fokozott kockázati csoport (20,4%; n = 10). Fokozott kockázati kategóriába a résztvevők 14,3%-a (n = 7), míg magas kockázati kategóriába 8,2%-a (n = 4) került besorolásra. Igen magas kockázati kategóriába egyetlen eset sem tartozott.

A ≥ 45 éves populációban az enyhén fokozott kockázati kategória volt a leggyakoribb (40,1%; n = 87), ezt követte az alacsony kockázati kategória (22,6%; n = 49). Fokozott

kockázati kategóriába a résztvevők 18,9%-a ($n = 41$), magas kockázati kategóriába 14,3% ($n = 31$) míg igen magas kockázati kategóriába 4,1% ($n = 9$) került besorolásra.

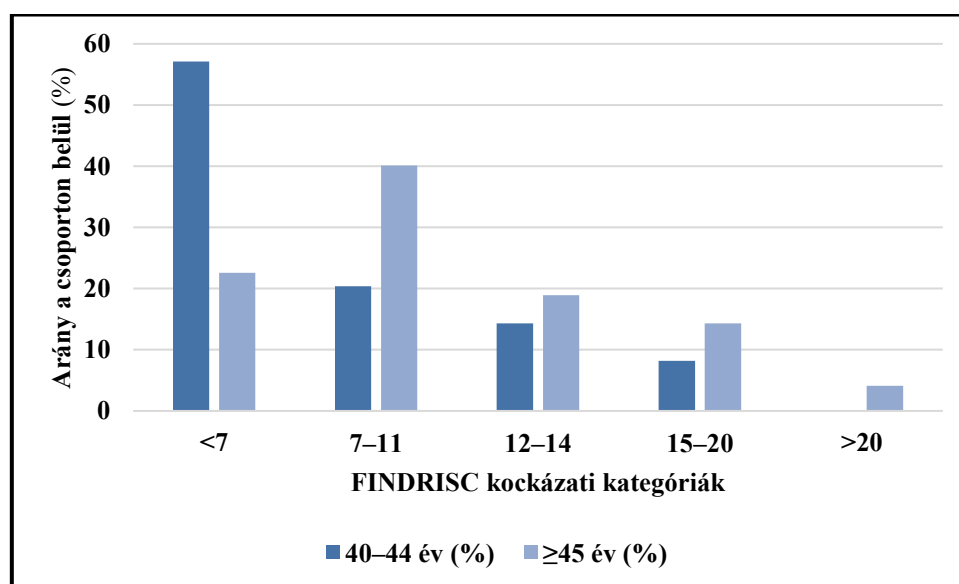
A 40–44 éves és a ≥ 45 éves korcsoport FINDRISC kockázati kategóriáinak esetszám és arány szerinti megoszlását a 35. táblázat foglalja össze, és 24. ábra szemlélteti.

FINDRISC kockázati kategória	40–44 év ($n = 49$) esetszám	40–44 év arány (%)	≥ 45 év ($n = 217$) esetszám	≥ 45 év arány (%)
< 7 pont (alacsony kockázat)	28	57,1	49	22,6
7–11 pont (enyhén fokozott kockázat)	10	20,4	87	40,1
12–14 pont (fokozott kockázat)	7	14,3	41	18,9
15–20 pont (magas kockázat)	4	8,2	31	14,3
> 20 pont (igen magas kockázat)	0	0,0	9	4,1
Összesen	49	100,0	217	100,0

35. táblázat: A FINDRISC kockázati kategóriák megoszlása a 40–44 éves és a ≥ 45 éves korcsoportban ($n = 49$, illetve $n = 217$)

Megjegyzés: A százalékos arányok minden esetben az adott életkori alcsoport teljes elemszámához viszonyítva kerültek kiszámításra.

(Forrás: szerző saját szerkesztése.)



24. ábra: A FINDRISC kockázati kategóriák megoszlása a 40–44 éves és a ≥ 45 éves korcsoportban

Megjegyzés: Az oszlopdiagram az egyes FINDRISC-kategóriákon belüli arányokat (%) mutatja, az eltérő elemszámú korcsoportok arányainak összehasonlíthatósága érdekében.

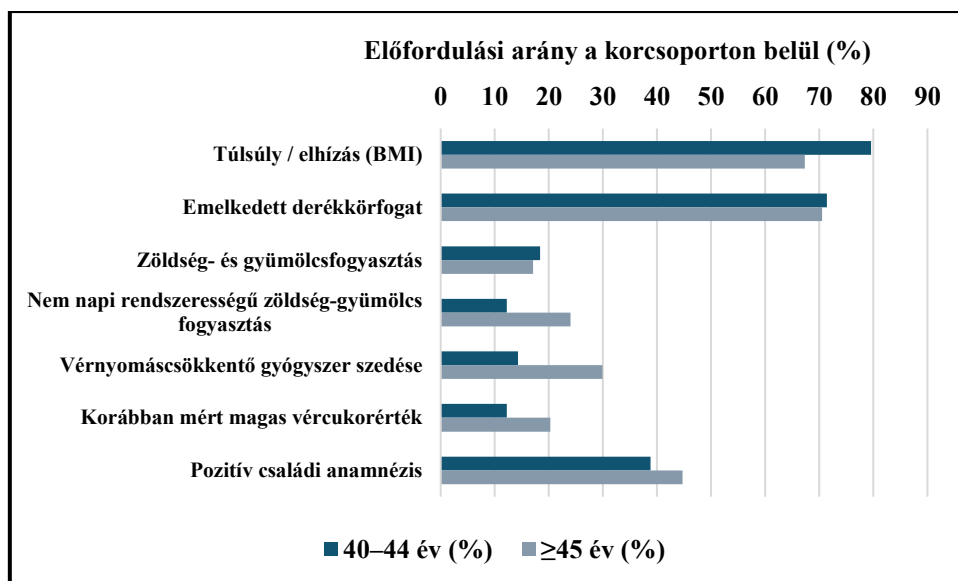
(Forrás: szerző saját szerkesztése.)

A FINDRISC-kérdőív egyes kérdéseire tartozó, kockázatot jelentő válaszok előfordulását mindkét korcsoportban külön-külön határoztam meg. Az életkorhoz kapcsolódó tétel a kérdőív struktúrájából adódóan csak a ≥ 45 éves populációban értelmezhető kockázati válaszként, ezért a gyakorisági bemutatás során a többi hét kockázati tényező összehasonlítható előfordulását vizsgáltam.

A 40–44 éves és a ≥ 45 éves korcsoportban előforduló kockázati válaszok esetszámát és arányát a 36. táblázat foglalja össze, és a 25. ábra szemlélteti.

FINDRISC kérdés	Kockázatot jelentő válasz	40–44 év (n = 49) esetszám	40–44 év arány (%)	≥ 45 év (n = 217) esetszám	≥ 45 év arány (%)
BMI	Túlsúly / elhízás	39	79,6	146	67,3
Derékkörfogat	Emelkedett	35	71,4	153	70,5
Fizikai aktivitás	Nem rendszeres	9	18,4	37	17,1
Zöldség- és gyümölcsfogyasztás	Nem naponta	6	12,2	52	24,0
Vérnyomáscsökkentő gyógyszer szedése	Igen	7	14,3	65	29,9
Korábban mért magas vércukorérték	Igen	6	12,2	44	20,3
Családi anamnézis	Pozitív	19	38,8	97	44,7

36. táblázat: A FINDRISC-kérdőív egyes kockázati tényezőinek előfordulása a 40–44 éves (n = 49) és a ≥ 45 éves (n = 217) korcsoportban
(Forrás: szerző saját szerkesztése)



25. ábra: A FINDRISC-kockázati tényezők megoszlása életkori alcsoportok szerint

Megjegyzés: Az életkorhoz tartozó FINDRISC-tétel kizárólag a ≥ 45 éves korcsoportban értelmezhető kockázati válaszként, ezért nem szerepel az összehasonlításban. A százalékos arányok minden esetben az adott életkori alcsoport teljes elemszámához viszonyítva kerültek kiszámításra.

(Forrás: szerző saját szerkesztése.)

3.5. A FINDRISC-kérdőív összpontszáma alapján indikált laboratóriumi vizsgálatok eredményei

3.5.1. A laboratóriumi vizsgálatra irányított populáció jellemzői

A FINDRISC-kérdőív alapján a 12 vagy annál magasabb összpontszámot elért résztvevők esetében OGTT elvégzése vált indikálttá. A 266 fős vizsgálati populációból 92 főnél (34,6%) merült fel OGTT szükségessége a kockázatalapú szűrés eredménye alapján.

Nemek szerint az OGTT-re irányított résztvevők aránya a nők körében 36,8% (57/155), a férfiaknál 31,5% (35/111) volt. Az állomány szerinti megoszlást tekintve a honvédelmi és rendvédelmi populációban az OGTT indikációjának aránya hasonlóan alakult (33,3%, illetve 35,8%).

Korcsoportok szerinti elemzésben az OGTT indikációjának aránya eltérően alakult az egyes életkori csoportokban. A legalacsonyabb arány a 40–44 éves korcsoportban volt megfigyelhető (22,4%), míg a ≥ 60 évesek körében magasabb arány mutatkozott (50,0%), azonban ez utóbbi csoport kis elemszáma ($n = 18$) miatt óvatos értelmezést igényel. A 45–59 éves korcsoportokban az arány 30–40% között mozgott. A laboratóriumi vizsgálatra irányított populáció nem, életkor és szolgálati hovatartozás szerinti megoszlását a 37. táblázat foglalja össze.

Vizsgált jellemző		OGTT indokolt esetszám (fő)	Összes esetszám (fő)	Arány (%)
Teljes vizsgált populáció		92	266	34,6
Nem	Nő	57	155	36,8
	Férfi	35	111	31,5
Állomány	Honvédelmi	44	132	33,6
	Rendvédelmi	48	134	35,8
Életkor (év)	40–44	11	49	22,4
	45–49	34	85	40,0
	50–54	26	74	35,1
	55–59	12	39	30,8
	≥ 60	9	18	50,0

37. táblázat: Az OGTT-re irányított résztvevők megoszlása nem, életkor és szolgálati hovatartozás szerint a FINDRISC-kérdőív alapján (n = 266)

Megjegyzés: Az OGTT indikációját a FINDRISC-kérdőív alapján elért ≥ 12 összpontszám határozta meg. Az arány (%) az egyes alcsoportokon belül az OGTT-re irányított résztvevők arányát jelzi.

(Forrás: szerző saját szerkesztése.)

3.5.2. Az OGTT tényleges megvalósulása a laboratóriumi vizsgálatra utalt populációban

A FINDRISC-kérdőív alapján OGTT elvégzésére irányított résztvevők körében (n = 92) a vérvétellel járó vizsgálat nem mindenkinél történt meg. Az OGTT-re irányított 92 fő közül 31 főnél (33,7%) a laboratóriumi vizsgálat a vizsgálati időszakon belül megvalósult, míg 61 főnél (66,3%) az OGTT elvégzésére nem került sor.

Nemek szerinti bontásban az OGTT-n való megjelenés aránya a férfiak és nők esetében hasonló nagyságrendű volt (37,1%, valamint 31,6%). Állomány szerinti elemzésben a honvédelmi és a rendvédelmi állomány között az OGTT-n való megjelenés aránya sem mutatott érdemi különbséget (34,1%, valamint 33,3%).

Korcsoportok szerint vizsgálva az OGTT-n való megjelenés aránya a 40–54 éves korcsoportokban hasonló nagyságrendű volt, míg az 55–59 évesek körében magasabb megjelenési arány volt megfigyelhető. A 60 év feletti résztvevők esetében az arány alacsonyabbnak bizonyult.

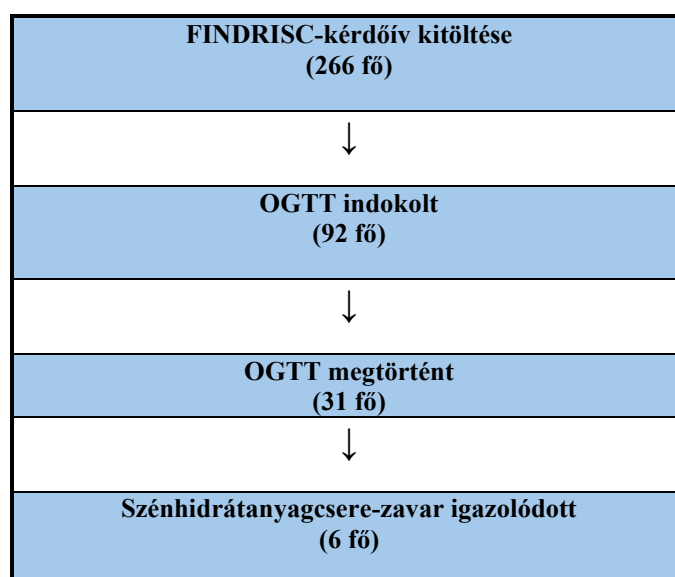
Az OGTT-n való részvétel elmaradásának okai a megbeszélés fejezetében kerülnek értelmezésre.

A laboratóriumi vizsgálaton megjelent és meg nem jelent résztvevők megoszlását nem, életkor és szolgálati hovatartozás szerint a 38. táblázat mutatja be.

Vizsgált jellemző		OGTT megtörtént (n)	OGTT nem történt meg (n)	Összesen (n)	Megjelenési arány (%)
Teljes vizsgált populáció		31	61	92	33,7
Nem	Nő	18	39	57	31,6
	Férfi	13	22	35	37,1
Állomány	Honvédelmi	15	29	44	34,1
	Rendvédelmi	16	32	48	33,3
Életkor (év)	40–44	3	8	11	27,3
	45–49	10	23	33	30,3
	50–54	9	17	26	34,6
	55–59	6	6	12	50,0
	≥ 60	3	6	9	33,3

38. táblázat: Az OGTT-re irányított résztvevők megjelenése a laboratóriumi vizsgálaton nem, életkor és szolgálati hovatartozás szerint (n = 92)
(Forrás: szerző saját szerkesztése.)

A FINDRISC-alapú szűrés és az azt követő diagnosztikus lépések során a vizsgálati populáció fokozatos szűkülését a 26. ábra szemlélteti.



26. ábra: A FINDRISC-alapú kockázatszűrés és az OGTT-vel végzett kivizsgálás lépései a vizsgálati populációban

Megjegyzés: Az ábra a szűrési és kivizsgálási folyamat során bekövetkező elemszámcsökkenést szemlélteti.
(Forrás: szerző saját szerkesztése.)

A szűrési protokoll szerint minden olyan esetben, ahol az OGTT elvégzésére sor került, HbA1c meghatározás is történt, mivel egyik résztvevőnél sem állt fenn a HbA1c mérését kizáró kórállapot.

3.5.3. A terheléses vércukorvizsgálat eredményei alapján meghatározott szénhidrátanyagcsere-állapot

A FINDRISC-kérdőív alapján OGTT elvégzésére irányított résztvevők közül azoknál, akiknél a terheléses vércukorvizsgálat ténylegesen megvalósult, a szénhidrátanyagcsere-állapot meghatározása a szakmai protokoll alapján történt. Az értékelés az éhomi és a 120 perces, laboratóriumi körülmények között meghatározott vércukorértékek alapján történt. A vizsgálati időszak során összesen 31 főnél állt rendelkezésre értékelhető OGTT eredmény, ezek képezték a jelen alfejezet elemzésének alapját.

Az OGTT eredményei alapján a résztvevők többségénél normális szénhidrátanyagcsere volt megállapítható (25 fő; 80,6%). Ugyanakkor a kockázatalapú szűrés révén IGT (4 fő; 12,9%), valamint definitív diabétesz (2 fő; 6,5%) fennállása is azonosítható volt. A diabétesz diagnózisa mindkét esetben az éhomi vércukorérték alapján került megállapításra. Az OGTT eredményei alapján IFG, illetve IFG és IGT együttes fennállása a vizsgált populációban egyetlen esetben sem volt kimutatható.

Az OGTT alapján meghatározott szénhidrátanyagcsere-állapotok megoszlását a 39. táblázat szemlélteti.

Szénhidrátanyagcsere-állapot		Esetszám (fő)	Arány (%)
Normál szénhidrátanyagcsere-állapot		25	80,6
Prediabétesz	IFG	0	0,0
	IGT	4	12,9
	IFG és IGT együttes jelenléte	0	0,0
Diabétesz		2	6,5

39. táblázat: Az OGTT eredményei alapján meghatározott szénhidrátanyagcsere-állapotok megoszlása a vizsgálati populációban (n = 31)

Rövidítés: IFG – izolált éhomi hyperglykaemia; IGT – csökkent glükóztolerancia.
(Forrás: szerző saját szerkesztése.)

Az OGTT során mért éhomi és 120 perces vércukorértékek leíró statisztikai elemzése alapján az éhomi vércukorszintek mérsékelt szórást mutattak ($SD = 0,61$ mmol/L), míg a 120 perces vércukorértékek esetében nagyobb variabilitás volt megfigyelhető ($SD = 1,9$ mmol/L). A mediánértékek mindkét mérési időpontban az átlagértékekhez közeli tartományban helyezkedtek el, ami az eloszlás közel szimmetrikus jellegére utal. A 120 perces vércukorértékek szélesebb tartománya (3,1–11,0 mmol/L) a posztterheléses glikémiás válasz egyéni eltéréseit tükrözi a vizsgált populációban.

Az OGTT során mért éhomi és 120 perces vércukorértékek leíró statisztikai jellemzőit a 40. táblázat foglalja össze.

Paraméter	Átlag (mmol/L)	Szórás, SD (mmol/L)	Medián (mmol/L)	Minimum (mmol/L)	Maximum (mmol/L)
Éhgyomri vércukorérték	5,2	0,6	5,1	4,4	7,5
120 perces vércukorérték	5,8	1,9	5,5	3,1	11,0

40. táblázat: Az OGTT során mért éhomi és 120 perces vércukorértékek leíró statisztikai jellemzői ($n = 31$)
(Forrás: szerző saját szerkesztése.)

3.5.4. A HbA1c eredménye szerinti diagnosztikus besorolás

A vizsgálati protokollnak megfelelően minden olyan esetben, ahol a terheléses vércukorvizsgálat elvégzésére sor került, HbA1c-meghatározás is történt. A vizsgálati időszak során 30 főnél állt rendelkezésre értékelhető HbA1c-eredmény, amely a jelen alfejezet elemzésének alapját képezte. Egy esetben technikai okból a vizsgálat eredménye nem volt értékelhető.

A HbA1c-eredmények alapján a résztvevők többsége normál glikémiás tartományba tartozott (21 fő; 70,0%). Ugyanakkor prediabétesznek megfelelő HbA1c-érték 8 főnél (26,7%), míg diabétesznek megfelelő HbA1c-érték 1 főnél (3,3%) volt azonosítható.

A HbA1c vizsgálat eredményei szerinti megoszlást a vizsgált populációban a 41. táblázat mutatja be, míg a HbA1c-értékek leíró statisztikai jellemzőit a 42. táblázat szemlélteti.

Szénhidrátanyagcsere-állapot	Esetszám (fő)	Arány (%)
Normál szénhidrátanyagcsere-állapot	21	70,0
Prediabétesz	8	26,7
Diabétesz	1	3,3

41. táblázat: A HbA1c vizsgálat eredményei alapján meghatározott szénhidrátanyagcsere-állapotok megoszlása a vizsgálati populációban (n = 30)
(Forrás: szerző saját szerkesztése.)

Paraméter	Átlag (%)	Szórás, SD (%)	Medián (%)	Minimum (%)	Maximum (%)
HbA1c	5,5	0,5	5,4	4,5	7,6

42. táblázat: A HbA1c értékek leíró statisztikai jellemzői a vizsgálati populációban (n = 30)
(Forrás: szerző saját szerkesztése.)

3.5.5. A laboratóriumi vizsgálatok eredményeinek megoszlása a 40–44 éves és a ≥ 45 éves korcsoportban

A FINDRISC-kérdőív alapján a vizsgálati populációból összesen 92 főnél (34,6%) vált indokolttá az OGTT elvégzése a ≥ 12 pontos küszöbérték alapján. A 40–44 éves korcsoportban az OGTT-re irányított 11 fő közül 3 főnél (27,3%) történt meg a terheléses vizsgálat, míg 8 fő (72,7%) esetében az OGTT nem valósult meg. A ≥ 45 éves korcsoportban az OGTT-re irányított 81 fő közül 28 fő (34,6%) jelent meg a laboratóriumi vizsgálaton, míg 53 fő (65,4%) esetében a vizsgálat elmaradt.

A 40–44 éves korcsoportban az OGTT-vel kivizsgált 3 fő közül — a kis elemszám miatt leíró jelleggel értékelve — 2 főnél normális szénhidrátanyagcsere volt azonosítható, míg 1 főnél IGT igazolódott. Ebben a korcsoportban IFG, IFG és IGT együttes fennállása, illetve diabétesz nem fordult elő.

A ≥ 45 éves korcsoportban az OGTT-vel kivizsgált 28 fő közül 23 főnél normális szénhidrátanyagcsere volt azonosítható, 3 főnél IGT, míg 2 főnél korábban nem ismert diabétesz került felismerésre. A vizsgálati eredmények alapján IFG, illetve IFG és IGT együttes fennállása ebben a korcsoportban sem volt kimutatható.

Az OGTT eredményei alapján meghatározott szénhidrátanyagcsere-állapot megoszlását életkori bontásban a 43. táblázat foglalja össze.

Szénhidrátanyagcsere-állapot az OGTT-eredmény alapján		40–44 év esetszám (fő)	≥ 45 év esetszám (fő)	Összesen
Normál szénhidrátanyagcsere-állapot		2	23	25
Prediabétesz	IFG	0	0	0
	IGT	1	3	4
	IFG és IGT együttes jelenléte	0	0	0
Diabétesz		0	2	2
Összesen		3	28	31

43. táblázat: A szénhidrátanyagcsere-állapotok megoszlása az OGTT eredményei alapján a 40–44 éves és a ≥ 45 éves korcsoportban (n = 31)
(Forrás: szerző saját szerkesztése.)

A 40–44 éves korcsoportban mindhárom vizsgált résztvevő esetében rendelkezésre állt HbA1c-eredmény. Két fő normál értékkel rendelkezett, míg egy főnél prediabétesznek megfelelő HbA1c-érték volt mérhető. A diabétesz diagnosztikus tartományába eső HbA1c-érték ebben a korcsoportban nem fordult elő.

A ≥ 45 éves korcsoportban 27 főnél állt rendelkezésre értékelhető HbA1c-eredmény. Közülük 19 fő normál, 7 fő prediabétesz tartományba eső, míg 1 fő definitív cukorbetegség diagnózisának megfelelő HbA1c-értékkel rendelkezett.

A HbA1c-vizsgálat eredményei alapján történő besorolást életkori bontásban a 44. táblázat mutatja be.

Szénhidrátanyagcsere-állapot a HbA1c eredménye alapján		40–44 év esetszám (fő)	≥ 45 év esetszám (fő)	Összesen
Normál szénhidrátanyagcsere-állapot		2	19	21
Prediabétesz		1	7	8
Diabétesz		0	1	1
Összesen		3	27	30

44. táblázat: A szénhidrátanyagcsere-állapotok megoszlása a HbA1c-eredmények alapján a 40–44 éves és a ≥ 45 éves korcsoportban (n = 30)
(Forrás: szerző saját szerkesztése.)

3.6. A FINDRISC-alapú kockázatszűrés statisztikai elemzése a szénhidrátanyagcsere-zavar korai felismerésének értékelésében

3.6.1. A statisztikai elemzés célja és a vizsgált végpontok meghatározása

A statisztikai elemzés célja a FINDRISC-kérdőív alkalmazásán alapuló kockázatalapú szűrés diagnosztikus hozamának számszerű értékelése a hon- és rendvédelmi állomány 40 év feletti, ismert szénhidrátanyagcsere-zavarban nem szenvedő dolgozóinak körében. Az elemzés arra irányul, hogy a FINDRISC alapján kiválasztott, fokozott kockázatú személyek esetében elvégzett OGTT milyen mértékben járul hozzá a korábban nem ismert szénhidrátanyagcsere-zavarok korai felismeréséhez.

A „korai felismerés” a vizsgálatban olyan, OGTT-vel igazolt kóros szénhidrátanyagcsere-állapot azonosítását jelentette, amely a kockázatalapú szűrés időpontjáig nem volt ismert. Ennek megfelelően az elsődleges végpontot a FINDRISC ≥ 12 pontszám alapján OGTT-vel kivizsgált résztvevők körében azonosított kóros OGTT-eredményt mutató résztvevők aránya képezte. Másodlagos végpontként a teljes vizsgálati populációra vetített újonnan azonosított esetek arányát, valamint az OGTT-vizsgálaton való tényleges megjelenési arányát elemeztem.

Az elemzés egyrészt a kivizsgált, magasabb kockázatú alcsoportban, másrészt a teljes vizsgálati populációra vetítve történt, elsősorban leíró statisztikai módszerek és aránybecslések és konfidencia-intervallumok alkalmazásával.

3.6.2. A FINDRISC ≥ 12 pontszám alapján kiválasztott alcsoport diagnosztikus hozama

A FINDRISC-kérdőív alapján ≥ 12 összpontszámot elérő résztvevők közül 31 fő jelent meg a vizsgálaton, ezek az esetek képezték a diagnosztikus hozam statisztikai elemzésének alapját. A FINDRISC önmagában kockázatbecslő eszköz, míg az OGTT a kiválasztott alcsoportban diagnosztikai besorolást tesz lehetővé. Ezért a vizsgálatban a terheléses vércukorvizsgálat hozzáadott értéke a diagnosztikus hozam (kóros OGTT-eredményt mutató résztvevők aránya) formájában ragadható meg. A kivizsgált alcsoportban a terheléses vércukorvizsgálat 6 esetben igazolt kóros szénhidrátanyagcsere-állapotot, ami a kivizsgált személyek 19,4%-ának felelt meg. A kóros esetek közül 4 főnél csökkent glükóztolerancia, míg 2 főnél korábban nem ismert diabetes mellitus került azonosításra.

A kóros OGTT-eredmények arányához 95%-os binomiális (Clopper–Pearson-féle, exact) konfidencia-intervallumot számítottam, ami 7,5% és 37,5% között alakult. Az elemzés során a hiányzó OGTT-eredmények a statisztikai szoftver alapértelmezett eljárása szerint kizárásra kerültek, így a számítás kizárólag a ténylegesen kivizsgált alcsoport adataira vonatkozott.

Az eredmények alapján megállapítható, hogy a FINDRISC-kérdőív ≥ 12 pontszámú küszöbértéke mentén végzett kockázatalapú kiválasztás a hon- és rendvédelmi állomány körében mérhető diagnosztikus hozammal járt, és alkalmasnak bizonyult a korábban nem ismert, illetve kórmegelőző állapotban lévő szénhidrátanyagcsere-zavarral élő egyének célzott azonosítására.

A kóros OGTT-eredmények arányának statisztikai értékelését és a hozzá tartozó konfidencia-intervallumokat a 45. táblázat foglalja össze.

Változó	Esetszám (fő)	Összesen (fő)	Arány (%)	95% CI alsó (%)	95% CI felső (%)
normál OGTT- eredmény	25	31	80,6	62,5	92,5
kóros OGTT- eredmény	6	31	19,4	7,5	37,5

45. táblázat: A FINDRISC ≥ 12 pontszám alapján kiválasztott és OGTT-vel kivizsgált alcsoportban a kóros OGTT-eredmények arányának binomiális aránybecslése és 95%-os konfidencia-intervalluma ($n = 31$)
(Forrás: szerző saját szerkesztése.)

Az adatok eloszlásának vizsgálatát Kolmogorov–Smirnov- és Shapiro–Wilk-próbával végeztem el. A normalitásvizsgálatok eredményei (Kolmogorov–Smirnov $p = 0,019$; Shapiro–Wilk $p = 0,003$) — különösen a kis elemszám mellett megbízhatóbb Shapiro–Wilk-próba alapján — a normalitás feltételeinek sérülésére utaltak. Ugyanakkor a kis elemszám miatt az eredmények óvatos értelmezést igényelnek. Az éhomi vércukorérték (OGTT-0) és a 120 perces vércukorérték (OGTT-120) változók esetében szintén megfigyelhető volt a normalitás sérülése, különösen a Shapiro–Wilk-próba alapján. Ezek az eredmények indokolták a nemparaméteres statisztikai módszerek alkalmazását az összefüggések vizsgálatára.

A változók közötti kapcsolat elemzésére Spearman-féle rangkorrelációt alkalmaztam. Az elemzés eredményei szerint a FINDRISC-összpontszám és az OGTT-120 perces vércukorérték között gyenge-közepes erősségű, pozitív irányú és statisztikailag szignifikáns monoton kapcsolat áll fenn ($\rho = 0,391$; $p = 0,033$). Ez az eredmény arra utal, hogy a magasabb FINDRISC-összpontszám magasabb OGTT-120 értékkel társul. Az összpontszám és az OGTT-0 közötti kapcsolat nem bizonyult szignifikánsnak, és az OGTT-0 és OGTT-120 közötti korreláció sem érte el a statisztikai szignifikancia szintjét.

A prediabetes vagy diabetes jelenlétének predikciójára bináris logisztikus regressziót alkalmaztam, ahol a kimeneti változó a normál anyagcsere-állapot (0) illetve a prediabetes vagy diabetes (1) fennállása volt. A modell illeszkedését az omnibusz teszt alapján vizsgáltam, amely nem mutatott szignifikáns javulást az üres modellhez képest ($\chi^2 = 1,391$; $p = 0,238$). A magyarázott variancia mértéke alacsony volt, amit a Cox–Snell $R^2 = 0,044$ és a Nagelkerke $R^2 = 0,07$ értékek jeleznek.

A regressziós együtthatók elemzése alapján az összpontszám pozitív irányú kapcsolatot mutatott a kimeneti változóval ($B = 0,172$), azonban ez az összefüggés nem bizonyult statisztikailag szignifikánsnak ($p = 0,241$). Az esélyhányados értéke ($\text{Exp}(B) = 1,187$) arra utal, hogy a FINDRISC-pontszám egységnyi növekedése magasabb eséllyel társul a prediabetes vagy diabetes jelenlétéhez, ugyanakkor ez a hatás a jelen mintában nem érte el a szignifikancia szintjét. A klasszifikációs táblázat alapján a modell elsősorban a normál állapotú személyek helyes besorolásában teljesített jól, míg a prediabeteses vagy diabeteses esetek felismerése korlátozott volt. Tekintettel a kis elemszáma és az alacsony eseményszámra ($n = 6$), a regressziós modell stabilitása korlátozott lehetett, ezért az eredmények exploratív, hipotézisgeneráló jelleggel értelmezendők. Az alacsony eseményszám miatt a regressziós modell becslései instabilak lehetnek, ezért az eredmények óvatos interpretációt igényelnek.

Összességében a FINDRISC-összpontszám szignifikáns, pozitív kapcsolatot mutatott az OGTT-120 perces vércukorértékkel, ami összefüggést jelez a kérdőív pontszáma és a posztterheléses glikémiás válasz között, és a glükóztolerancia romlásának jelzésére utal. Ugyanakkor a bináris logisztikus regresszió eredményei alapján az összpontszám ebben a mintában nem bizonyult statisztikailag szignifikáns prediktornak a szénhidrátanyagcsere-zavar jelenlétére. A nem szignifikáns eredmény hátterében szerepet játszhat a kis elemszám és az alacsony eseményszám.

3.6.3. A FINDRISC-alapú szűrés diagnosztikus hozamának statisztikai elemzése

A FINDRISC-alapú kockázatszűrés populációs szintű diagnosztikus hozamának statisztikai vizsgálata során értékeltem, hogy milyen arányban került azonosításra korábban nem ismert szénhidrátanyagcsere-zavar. E célból meghatároztam a szűrés populációs hozamát jellemző NSS mutatót, amely az egy új eset azonosításához szükséges szűrt személyek számát fejezi ki.

A vizsgálat során összesen 266 fő, 40 év feletti, ismert szénhidrátanyagcsere-zavarban nem szenvedő hon- és rendvédelmi dolgozó vett részt a FINDRISC-kérdőíves szűrésben.

Közülük 92 fő (34,6%) került a ≥ 12 pontos, fokozott kockázatú kategóriába, akiknél a szűrés eredménye alapján OGTT elvégzése vált indokolttá. A ténylegesen kivizsgált alcsoportban 6 esetben igazolódott korábban nem ismert szénhidrátanyagcsere-zavar (4 esetben IGT és 2 esetben T2DM).

A teljes vizsgálati populációra vetítve ez 2,3%-os újonnan azonosított esetarányt jelentett (6/266). Ennek alapján az NNS mutató értéke 44,3-nak adódott, vagyis átlagosan 44–45 fő FINDRISC-alapú szűrésére volt szükség egy új, OGTT-vel igazolt szénhidrátanyagcsere-zavar felismeréséhez. Az NNS érték klinikai szempontból a célzott, kockázatalapú szűrés gyakorlati hatékonyságának kvantitatív mutatója.

A diagnosztikus hozam értelmezése során figyelembe kell venni, hogy a FINDRISC ≥ 12 pontszámú, OGTT-re irányított személyek közül nem minden esetben valósult meg a laboratóriumi kivizsgálás. Ennek megfelelően az NNS értéke a ténylegesen azonosított esetek alapján számított, konzervatív alsó becslésnek tekinthető, mivel az OGTT-re irányított, de ténylegesen nem kivizsgált személyek esetleges kóros eredményei nem kerültek figyelembevételre.

3.6.4. A terheléses vércukorvizsgálaton való megjelenés a FINDRISC ≥ 12 pontszámú populációban

A FINDRISC-kérdőív alapján ≥ 12 pontszámot elérő, terheléses vércukorvizsgálatra irányított 92 fő közül 31 főnél történt meg a vizsgálat, ami 33,7%-os megjelenési arálynak felelt meg (95% CI: 24,9–43,8%).

Nemek szerinti bontásban az OGTT-n való megjelenés aránya a férfiak körében 37,1% volt (95% CI: 23,2–53,7%), míg a nők esetében 31,6% (95% CI: 21,0–44,5%). Szolgálati hovatartozás szerint vizsgálva a honvédelmi állományban a megjelenési arány 34,1% (95% CI: 21,9–48,9%), a rendvédelmi állományban pedig 33,3% (95% CI: 21,7–47,5%) volt.

Az egyes alcsoportok megjelenési arányaihoz tartozó konfidencia-intervallumok jelentős átfedést mutattak, ami nem utalt statisztikailag szignifikáns különbségek fennállására. Az életkor szerinti eltérések kizárólag leíró jelleggel kerültek bemutatásra. Az OGTT-vizsgálaton való megjelenés és a szolgálati hovatartozás, illetve a nem közötti összefüggéseket khi-négyzet próbával elemeztem.

Szolgálati hovatartozás szerinti bontásban a honvédelmi állományból 15 fő (34,1%), míg a rendvédelmi állományból 16 fő (34,0%) jelent meg az OGTT-vizsgálaton. A szolgálati hovatartozás és az OGTT-n való megjelenés között nem volt kimutatható statisztikailag szignifikáns összefüggés ($\chi^2 < 0,001$; $df = 1$; $p = 0,996$). A cellaszámok alakulását figyelembe véve az eredmények értelmezése óvatosságot igényel.

Nemek szerinti bontásban a férfiak közül 13 fő (37,1%), a nők közül 18 fő (31,6%) vett részt az OGTT-vizsgálaton. A nem és az OGTT-n való megjelenés között szintén nem mutatkozott statisztikailag szignifikáns kapcsolat ($\chi^2 = 0,420$; $df = 1$; $p = 0,517$).

Összességében sem a nem, sem a szolgálati hovatartozás nem állt szignifikáns kapcsolatban az OGTT-vizsgálaton való megjelenéssel a vizsgált populációban; az észlelt különbségek leíró jellegűek voltak. A megjelenési arányok statisztikai becslése 95%-os binomiális (Clopper–Pearson-féle, exact) konfidencia-intervallum megadásával történt.

A terheléses vércukorvizsgálaton való megjelenés arányát és annak konfidencia-intervallumát a 46. táblázat mutatja be.

Vizsgált jellemző		OGTT megtörtént (n)	Összesen (n)	Megjelenési arány (%)	95% CI (%)
Teljes FINDRISC ≥ 12 pontot elért populáció		31	92	33,7	24,9–43,8
Nem	Nő	18	57	31,6	21,0–44,5
	Férfi	13	35	37,1	23,2–53,7
Állomány	Honvédelmi	15	44	34,1	21,9–48,9
	Rendvédelmi	16	48	33,3	21,7–47,5

46. táblázat: A terheléses vércukorvizsgálaton való megjelenési arány a FINDRISC ≥ 12 pontszámú populációban ($n = 92$)

Megjegyzés: Az arányokhoz 95%-os binomiális (Clopper–Pearson-féle, exact) konfidencia-intervallumok kerültek meghatározásra.

(Forrás: szerző saját szerkesztése.)

3.6.5. Érzékenységi elemzések és a statisztikai következtetések érvényességi tartománya

Az előző alfejezetben bemutatott eredmények értelmezését módszertanilag befolyásolja, hogy a FINDRISC ≥ 12 pontszám alapján kiválasztott populációban a terheléses vércukorvizsgálat nem minden érintett személy esetében valósult meg. Így a szénhidrátanyagcsere-állapot objektív igazolása kizárólag a ténylegesen kivizsgált alcsoportban állt rendelkezésre.

A bemutatott eredmények ezért csak a rendelkezésre álló adatok alapján levonható következtetéseket tükrözik. Az alkalmazott kockázatalapú kiválasztás mellett azonosított szénhidrátanyagcsere-zavarok előfordulása a ténylegesen kivizsgált személyek körére vonatkoztatható, és a teljes érintett populációra történő általánosítás során fokozott óvatosság indokolt.

A részleges kivizsgáltságból fakadó módszertani korlátok figyelembevételével a statisztikai következtetések a vizsgált populációra, valamint az abból levezethető konzervatív következtetésekre korlátozódnak. E megfontolások egyben keretet adnak a FINDRISC-alapú kockázatszűrés gyakorlati alkalmazhatóságának értelmezéséhez. Ez a jelenség részleges verifikációs torzítás lehetőségét veti fel.

Mivel az életkor a FINDRISC-összpontszám pontképzésének strukturális eleme, a 40–44 éves és a ≥ 45 éves korcsoportok közötti különbségek inferenciális statisztikai összehasonlítása a FINDRISC-összpontszám tekintetében nem tekinthető független elemzésnek; ennek megfelelően az életkori bontású FINDRISC-eredmények bemutatása leíró jelleggel történt.

Az életkori alcsoportok közötti különbségek értelmezhetőségét tovább korlátozta a 40–44 éves alcsoport alacsony OGTT-vel kivizsgált esetszáma, így a laboreredmények életkori bontású elemzése szintén leíró statisztikai megközelítéssel valósult meg.

3.7. A kockázatalapú szűrés eredményességének értelmezése a hon- és rendvédelmi állomány körében

3.7.1. A FINDRISC-alapú szűrési modell helye és célja

A FINDRISC-kérdőív nem diagnosztikus eszköz, hanem kockázatbecslésre és kockázatalapú kiválasztásra szolgál. A jelen vizsgálatban a kérdőív alkalmazása a validált rendeltetésének megfelelően történt, célja azon személyek azonosítása volt, akiknél további diagnosztikus kivizsgálás — elsősorban OGTT — szakmailag indokolt. Ennek megfelelően a dolgozatban a „korai felismerés” a korábban nem ismert, OGTT-vel igazolt kóros szénhidrátanyagcsere-állapotok célzott azonosítását jelenti, nem pedig teljes körű, populációs laboratóriumi szűrést. Ez a megközelítés megfelel az opportunisztikus, kockázatalapú szűrés nemzetközileg elfogadott modelljének, amely a kockázati profil alapján történő lépcsőzetes kiválasztásra épül.

Ez a lépcsőzetes megközelítés jól illeszkedik a hon- és rendvédelmi állomány sajátosságaihoz. A nagy létszámú populációk rutinszerű, teljes körű laboratóriumi szűrése nem tekinthető reálisan kivitelezhetőnek, ugyanakkor a szolgálati alkalmasság szempontjából releváns egészségkockázatok korai azonosítása kiemelt jelentőségű. A FINDRISC-alapú kiválasztás lehetővé teszi a vizsgálati erőforrások koncentrálását azokra, akiknél a szénhidrátanyagcsere-zavar fennállásának valószínűsége magasabb, amit a jelen vizsgálatban megfigyelt diagnosztikus hozam és a kedvező NNS érték egyaránt alátámaszt.

Ez a megközelítés összhangban áll a nemzetközi prevenciók ajánlásokkal és bizonyítékszintű összefoglalókkal, amelyek a prediabétesz és a T2DM szűrésében első lépésként kockázatalapú kiválasztást, és csak azt követően célzott diagnosztikus kivizsgálást javasolnak. Ez a megközelítés különösen releváns a katonai és rendvédelmi populációk esetében, ahol a szolgálati alkalmasság, a terhelhetőség és az erőforrás-gazdálkodás szempontjai a lépcsőzetes, kockázatalapú szűrési modellek alkalmazását indokolják.¹⁵³

A vizsgálati populáció nemi megoszlása eltért a hon- és rendvédelmi szervek személyi állományára általánosságban jellemző arányoktól, mivel a nők száma a vizsgálatban magasabb volt. Ez az eltérés az önkéntes részvételen alapuló szűrővizsgálatok ismert sajátosságának tekinthető, és a jelen vizsgálat eredményei alapján nem járt együtt statisztikailag szignifikáns különbséggel sem a FINDRISC-alapú kiválasztás, sem az OGTT-n való megjelenés tekintetében. A prevenció célú egészségügyi ellátások igénybevételeivel kapcsolatban a szakirodalom következetesen rámutat arra, hogy a nők általában nagyobb hajlandóságot mutatnak a megelőző szűrővizsgálatokon való részvételre, míg a férfiak részvétele ezekben az ellátásokban alacsonyabb. Ez a különbség társadalmi és kulturális nemi szerepekkel, valamint az egészségkockázatok eltérő észlelésével magyarázható, és jól dokumentált jelenség az európai populációkban végzett vizsgálatokban.¹⁵⁴

Fontos hangsúlyozni, hogy a női résztvevők magasabb aránya nem befolyásolta érdemben a kockázatalapú szűrés diagnosztikus hozamának megítélését. A FINDRISC-kérdőív olyan standardizált kockázatbecslő eszköz, amely a nem-specifikus antropometriai küszöbök alkalmazásával a nők és férfiak eltérő kockázati mintázatát strukturáltan kezeli. Ez elősegíti, hogy a kockázati kategóriák klinikailag értelmezhető módon képeződjenek a két nem esetében is.

¹⁵³ JONAS 2021

¹⁵⁴ WHO 2018

3.7.2. A FINDRISC-alapú kockázati profil jellemzői

A FINDRISC-kérdőív validált, előszűrő eszköz, amelynek célja a fokozott diabeteskockázatú egyének azonosítása, nem pedig a cukorbetegség diagnosztikus megállapítása. A validációs eredmények alapján a ≥ 12 pontos összpontszám klinikailag releváns kockázati szintet jelez, amelynél további kivizsgálás indokolt.¹⁵⁵ A jelen vizsgálatban a résztvevők 34,6%-a (92/266) került a további kivizsgálásra javasolt kategóriába, ami a vizsgált mintában érdemi metabolikus kockázati terhelés jelenlétére utal. A rendelkezésre álló adatok alapján a szolgálati sajátosságok és a megfigyelt kockázati profil közötti ok-okozati kapcsolat nem állapítható meg.

A vizsgálat eredményei önmagukban nem teszik lehetővé annak megítélését, hogy a hon- és rendvédelmi állományra jellemző munkakörnyezeti tényezők milyen mértékben járulnak hozzá a metabolikus kockázat alakulásához. Ugyanakkor a megfigyelt kockázati profil illeszkedik azokhoz a szakirodalomban leírt összefüggésekhez, amelyek a váltásos munkarendet, a fokozott pszichés terhelést és a szolgálati környezethez alkalmazkodó étkezési mintázatokat a metabolikus kockázat lehetséges determinánsai között tárgyalják.¹⁵⁶

A FINDRISC-összpontszám szerkezetében a vizsgált populációban az antropometriai paraméterek domináltak: a haskörfogat relatív terheltsége 63,5%, a testtömegindexé 41,0% volt. A megfigyelt antropometriai kockázati mintázat önmagában nem az egyének tényleges fizikai aktivitási szintjét tükrözi. Ugyanakkor értelmezhető a szakirodalomban leírt „relatív inaktivitás” jelenség keretében, amely a strukturált, rendszeres fizikai terhelés hiányát és a tartós statikus munkavégzés együttes fennállását jelöli.¹⁵⁷ A szakirodalom szerint a hosszan fennálló statikus szolgálati terhelés — például készenléti szolgálat, járművezetés vagy adminisztratív feladatellátás — valamint a rendszerszintű, strukturált fizikai tréning hiánya összefüggésbe hozható a viscerális zsírfelhalmozódás fokozott kockázatával.¹⁵⁸ Ez az értelmezési keret illeszkedik a jelen vizsgálatban megfigyelt FINDRISC-alapú kockázati profilhoz, ugyanakkor az ok-okozati kapcsolat igazolására a jelen adatok nem alkalmasak.

A minta antropometriai mintázata felveti annak lehetőségét, hogy formális fizikai alkalmassági követelmények teljesítése mellett is megjelenhet klinikailag releváns abdominális elhízás. Ez a jelenség összhangba hozható a szakirodalomban leírt „fittségi paradoxon”

¹⁵⁵ LINDSTRÖM – TUOMILEHTO 2003; SAARISTO 2005

¹⁵⁶ KNAUTH 2007; VIOLANTI 2017

¹⁵⁷ TREMBLAY 2017

¹⁵⁸ SILVERIA 2022

értelmezési keretével, amely a formális fizikai fittség és a kardiometabolikus kockázati tényezők egyidejű jelenlétére hívja fel a figyelmet.¹⁵⁹

A vizsgálatban megfigyelt antropometriai kockázati profil továbbá összefüggésbe hozható a katonai és rendvédelmi szakirodalomban „szolgálati elhízás” -ként említett jelenséggel. E fogalom nem a klasszikus fizikai inaktivitást jelöli, hanem a statikus munkavégzéssel, a szolgálati terheléshez igazodó életvitellel és a strukturált, rendszeres fizikai terhelés relatív hiányával jellemezhető állapotot. Ez az értelmezés összhangban áll a FINDRISC koncepciójával, amely az antropometriai paramétereket a hosszú távú diabéteszkockázat markereiként kezeli.¹⁶⁰

A táplálkozási szokásokra vonatkozó kérdések — a napi zöldség- és gyümölcsfogyasztás hiánya — a vizsgált populációban a FINDRISC-kérdőív egyik pontozott tételeként kimutathatóan hozzájárulhatnak az összpontszám emelkedéséhez.¹⁶¹ A tényező gyakorlati jelentőségét növelheti, hogy a szolgálati körülmények — például szervezett étkeztetés, vezényelt feladatok során biztosított ételmezés — nem minden esetben támogatják a rostban gazdag, kiegyensúlyozott táplálkozási minták követését.¹⁶² A szolgálati stresszel és logisztikai korlátokkal járó élethelyzetek a szakirodalom alapján gyakran társulnak energiadús, ugyanakkor rostszegény étrendi mintázatokkal, amelyek kedvezőtlen anyagcsere-profil irányába hathatnak.¹⁶³ Ezt a szervezeti oldalról indokolja, hogy a szolgálati feladatok és a munkarendi sajátosságok az egészségfejlesztési programok elérését és kivitelezését is korlátozhatják, ezért szükség van célzott, munkahelyi szinten szervezett megoldásokra.¹⁶⁴ A katonai egészségfejlesztésben alkalmazott „Total Force Fitness szemlélet”¹⁶⁵ szerint a táplálkozás és az életmód nem önálló tényezők, hanem a szolgálati környezettel, a pszichés terheléssel és a fizikai igénybevétellel kölcsönhatásban álló elemek. Mindezek hosszú távon érdemben befolyásolhatják a dolgozó egészségi állapotát, terhelhetőségét és egyéni harckészségét.¹⁶⁶

¹⁵⁹ NIDL 2018; ROSS 2020

¹⁶⁰ LINDSTRÖM – TUOMILEHTO 2003

¹⁶¹ LINDSTRÖM 2006

¹⁶² LOWDEN 2010; NEA, 2018

¹⁶³ GRANHOLM VALMARI 2023, MONTEIRO – REZENDE 2024

¹⁶⁴ TÁNCZOS 2021

¹⁶⁵ A Total Force Fitness (TFF) az amerikai haderő által kidolgozott szemléleti keret, amely a katonai fittséget többdimenziós rendszerként értelmezi, és a fizikai, pszichés, életmódi, szociális és környezeti tényezők együttes hatását hangsúlyozza az egyéni harckészség alakulásában; JONAS 2010

¹⁶⁶ ELEKI 2018

A FINDRISC-pontszám emelkedéséhez a vizsgált populációban nemcsak az életmódi és antropometriai tényezők, hanem klinikai és örökletes kockázati elemek is hozzájárultak. A vérnyomáscsökkentő gyógyszer szedése (relatív terheltség: 27,1%), a korábban mért emelkedett vércukorérték (relatív terheltség: 18,5%; SD = 1,9 pontszám) és a családi anamnézis (relatív terheltség: 38,9%) a FINDRISC-ben olyan tételek, amelyek hosszabb távú kockázati terhelést tükröznek. E tényezők értelmezése azért fontos, mert jelenlétük nem szükségszerűen jár együtt aktuálisan kóros laboratóriumi eltéréssel, ugyanakkor a későbbi szénhidrátanyagcsere-zavar valószínűségét növelheti, különösen életmódi terheléssel társulva.¹⁶⁷ E tényezők a kérdőívben kisebb súllyal szerepelnek, ugyanakkor jellemzően nem, vagy csak korlátozottan módosítható kockázati elemeket képviselnek. A vérnyomáscsökkentő kezelés kardiometabolikus kockázati háttérre utaló proxyként is értelmezhető.

3.7.3. Az életkori bontás értelmezése a FINDRISC-kérdőív alkalmazásában a 40–44 és a ≥ 45 éves korcsoportban

Az életkor a FINDRISC-kérdőív strukturális eleme, a teljes kockázati pontszám komponenseként jelenik meg, nem pedig a pontszámtól független háttérváltozóként. Az életkori bontás ebben a fejezetben elsősorban leíró célt szolgál: a pontozási rendszer működésének, valamint a kiválasztási lánc (FINDRISC $\rightarrow$ OGTT-indikáció $\rightarrow$ kivizsgálás) következményeinek bemutatását.

A ≥ 45 éves korcsoportban az OGTT-indikáció aránya magasabb volt (37,3%), mint a 40–44 éveseknél (22,4%), ami összhangban áll az életkori pontozással és a lépcsőzetes szűrés logikájával. Az eredmények a kérdőív rendeltetésszerű működését jelzik, ugyanakkor a részleges kivizsgáltság miatt a prediktív teljesítményre vonatkozó következtetések korlátozottak. A megfigyelt mintázat a pontozási rendszer belső konzisztenciáját támasztja alá, ugyanakkor az eredmények általánosíthatóságát a részleges kivizsgáltság és a kis esetszám korlátozza. Az életkori komponens a magasabb kockázati pontszám és a további kivizsgálás (OGTT) irányába tereli a kiválasztást; inferenciális statisztikai összehasonlítás hiányában a diagnosztikus hozam életkori különbségei kizárólag leíró jelleggel értelmezhetők.

A 40–44 éves korcsoport preventív bevonása klinikai és foglalkozás-egészségügyi szempontból releváns, mivel ebben a csoportban is előfordult kivizsgálást indokoló pontszám. Az OGTT-vel kivizsgált alcsoportban ($n = 3$) egy esetben IGT igazolódott, ami arra utal, hogy

¹⁶⁷ MEIGS 2000

eltérés már a szolgálati életpálya aktív szakaszában is megjelenhet. Az alacsony elemszám miatt azonban következtetés csak óvatosan vonható le. A korai életkorban azonosított kockázat hosszabb expozíciós idő lehetőségével és potenciálisan kedvezőtlenebb hosszú távú metabolikus pályával társulhat, ugyanakkor a szolgálati terhelésekkel való ok-okozati összefüggés a jelen adatok alapján nem igazolható.

A 40–44 éves korcsoport eredményei statisztikai értelemben fokozott óvatosságot igényelnek az alacsony OGTT-esetszám miatt. Módszertani korlát továbbá, hogy az életkor a FINDRISC-pontképzésének része, így az életkori alcsoportok pontszámainak inferenciális összevetése nem tekinthető független elemzésnek; a megállapítások ezért leíró jellegűek. Ennek ellenére az eredmények klinikai és foglalkozás-egészségügyi szempontból relevánsnak tekinthetők, mivel a korán azonosított kockázat hosszabb távú követést és célzott intervenciót indokolhat.

Összességében az életkori bontás azt mutatja, hogy a FINDRISC nem kizárólag az idősebb korosztály kiválasztására alkalmas, hanem a 40 év feletti populációban is értelmezhető kockázati szelekciót biztosít. A 40–44 éves alcsoportban is azonosíthatók voltak ≥ 12 pontos személyek (11/49 fő), akik további kivizsgálásra irányíthatók. Ez a preventív bevásztási küszöb gyakorlati jelentőségét támasztja alá. A megfigyelés illeszkedik ahhoz a szemlélethez, hogy a FINDRISC kockázatalapú kiválasztó eszköz, amely a diagnosztikus vizsgálatok célzott indikációját támogatja.¹⁶⁸ A prediktív teljesítmény igazolhatósága a részleges kivizsgáltság miatt korlátozott. Az eredmények ugyanakkor alátámasztják a kockázatalapú, lépcsőzetes szűrés alkalmazhatóságát a hon- és rendvédelmi állományban. A szolgálati sajátosságokra vonatkozó ok-okozati következtetések levonása a jelen vizsgálat alapján nem lehetséges.

3.7.4. A terheléses vércukorvizsgálat indikációjának értelmezése a kockázatalapú szűrésben

A FINDRISC ≥ 12 pontos küszöbértékének alkalmazása a vizsgálati populáció 34,6%-ánál tette indokoltá a terheléses vércukorvizsgálat elvégzését. Ez az arány a kockázatalapú, lépcsőzetes szűrés logikáját tükrözi, amelyben a diagnosztikus vizsgálatok nem a teljes populációban, hanem a fokozott kockázatú alcsoportban indokoltak. A küszöbérték elérése

¹⁶⁸ MAVROGIANNI 2019

döntési pontot jelent, amelyet diagnosztikus kivizsgálás követ. Az OGTT-indikáció így nem önálló végpont, hanem a kiválasztási folyamat logikus következménye.

Foglalkozás-egészségügyi szempontból a 34,6%-os OGTT-indikáció a kockázatalapú szűrés elvével összhangban álló kivizsgálási szükségletet jelez. A diagnosztikus erőforrások így nem a teljes populációra, hanem a fokozott kockázatú alcsoportokra koncentrálnak, ami a szűrés hatékonyságának alapfeltétele. Az OGTT-re irányított arány önmagában nem minősíthető sem alacsonynak, sem túlzottnak; értelmezése a megjelenési arány és a diagnosztikus hozam együttes figyelembevételével indokolt.

3.7.5. A terheléses vércukorvizsgálaton történő megjelenés értelmezése

A kockázatalapú szűrés gyakorlati megvalósítása során az OGTT-re irányított személyek 66,3%-ánál a laboratóriumi vizsgálat a vizsgálati időszakon belül nem történt meg. Ez a szűrési lánc kulcsfontosságú pontjára utal, ahol a kockázatbecslést nem minden esetben követte tényleges diagnosztikus vizsgálat.

A vizsgálatban való részvétel önkéntes alapon történt; a résztvevők a betegtájékoztatót megismerték, és az írásos beleegyező nyilatkozatot aláírták. Az OGTT-re irányított személyeknél a vizsgálat elvégzése javasolt volt, és a résztvevők számára időpont biztosítása történt. Ennek ellenére a laboratóriumi vizsgálaton való megjelenés egy részük esetében elmaradt, illetve egyes résztvevők a vizsgálat elvégzését visszautasították.

A megjelenési arány nemek és szolgálati hovatartozás szerinti hasonlósága arra utal, hogy a jelenség nem egyes alcsoportokra jellemző, hanem a szűrési rendszer egészét érinti. A megjelenés elmaradása így elsősorban a folyamat gyakorlati és logisztikai feltételeivel hozható összefüggésbe. A MH EK debreceni alakulatához tartozó résztvevők esetében az OGTT elvégzésére a területileg illetékes laboratóriumban, előre ütemezett időpontban nyílt lehetőség, amely egyes esetekben a vizsgálati időszak lezárását követően valósult meg.

A diagnosztikus hozam kizárólag a ténylegesen megjelent és kivizsgált résztvevők körében értelmezhető. A kockázatalapú szűrés eredményessége ezért nem az OGTT-indikáció vagy a megjelenési arány alapján önmagában ítéltető meg, hanem a kiválasztás, a megjelenés és a diagnosztikus vizsgálat egymásra épülő folyamatának egészében.

3.7.6. A diagnosztikus hozam és az egy új eset felismeréséhez szükséges szűrések számának jelentése

A kockázatalapú kiválasztást követően ténylegesen kivizsgált alcsoportban az OGTT diagnosztikus hozama klinikailag értelmezhető mértékűnek bizonyult. A FINDRISC ≥ 12 pontos küszöbérték alapján 92 főnél vált indokoltá OGTT elvégzése. A vizsgálat ténylegesen 31 esetben valósult meg, amelyek közül 6 főnél igazolódott korábban nem ismert szénhidrátanyagcsere-zavar. Ez a kivizsgáltak körében 19,4%-os diagnosztikus hozamnak felel meg.

A diagnosztikus hozam önmagában nem ad teljes képet a szűrés gyakorlati hatékonyságáról, mivel a megjelenési arány érdemben befolyásolja a felismerhető esetek számát. A teljes vizsgálati populációra vetítve ezért indokolt az NNS mint összegző mutató alkalmazása. Jelen vizsgálatban az NNS értéke 44,3 volt, vagyis átlagosan 44–45 fő FINDRISC-alapú szűrése tette lehetővé egy új, OGTT-vel igazolt eset felismerését.

A hon- és rendvédelmi foglalkozás-egészségügyi gyakorlatban ez a mutató nem prevalenciaadatként, hanem erőforrás-tervezési és döntéstámogató indikátorként értelmezhető. Az NNS nagyságrendje arra utal, hogy a FINDRISC-alapú szűrés nem jár aránytalan diagnosztikus terheléssel, ugyanakkor lehetőséget teremt klinikailag releváns, többnyire kórmegelőző stádiumban lévő eltérések célzott azonosítására.

A diagnosztikus hozam értékelése nem választható el a megjelenési aránytól és a teljes szűrési lánc működésétől. A kockázatalapú szűrés gyakorlati haszna abban értelmezhető, hogy a teljes populációra vetítve kezelhető erőforrás-ráfordítás mellett teszi lehetővé korábban nem ismert szénhidrátanyagcsere-zavarok célzott azonosítását.

Az OGTT és a HbA1c eredmények közötti eltérések nem ellentmondásként, hanem egymást kiegészítő, eltérő időablakot tükröző diagnosztikus markerekként értelmezhetők. Az OGTT elsősorban a glükózterhelésre adott akut anyagcsere-választ és a korai béta-sejt-diszfunkciót tükrözi, míg a HbA1c a hosszabb távú — előző hetek–hónapok — integrált glikémiás expozíciót reprezentálja. A két vizsgálat így eltérő, de komplementer információt nyújt a szénhidrátanyagcsere-állapotról. A szakirodalom szerint az IGT gyakran normáltartományú HbA1c-érték mellett jelentkezik, mivel az akut posztprandiális glükóz-exkurziók nem feltétlenül tükröződnek a hosszabb időszakot integráló HbA1c-paraméterben.¹⁶⁹ A ténylegesen kivizsgált alcsoportban ($n = 31$) az OGTT alapján 6 főnél

¹⁶⁹ UNNIKRISHNAN 2025

(19,4%) igazolódott kóros szénhidrátanyagcsere-állapot, ezen belül 4 esetben csökkent glükóztolerancia, míg 2 esetben manifest diabétesz. Ezzel szemben a HbA1c-meghatározás alapján értékelhető alcsoportban (n = 30) 8 főnél (26,7%) történt prediabétesznek megfelelő besorolás, miközben diabétesz tartományba eső HbA1c-érték egyetlen esetben (3,3%) volt megfigyelhető.

A két vizsgálat közötti eltérés különösen releváns a hon- és rendvédelmi állomány esetében, ahol a szolgálati terheléssel járó, intermittáló metabolikus stressz hozzájárulhat az akut posztprandiális glükózeltérések gyakoribb megjelenéséhez anélkül, hogy az még tartósan megjelenne a HbA1c-értékben. A vizsgálati eredmények alapján több esetben fordult elő, hogy a HbA1c prediabétesznek megfelelő tartományban volt, miközben az OGTT normális vagy eltérő mintázatot mutatott. Ez a megfigyelés arra utal, hogy együttes alkalmazásuk indokolt lehet a korai, még potenciálisan reverzibilis szénhidrátanyagcsere-eltérések felismerésében.

3.7.7. A nyugalmi állapotban nem detektálható anyagcsere-eltérések szolgálati relevanciája

Az eredmények alapján a hon- és rendvédelmi állomány egy alcsoportjában a szénhidrátanyagcsere-zavarok olyan formában is megjelenhetnek, amelyek nyugalmi körülmények között nem járnak egyértelmű klinikai eltéréssel, ugyanakkor terheléshez kötötten funkcionális jelentőséggel bírhatnak. Ezek az állapotok a klasszikus diabetológiai kategóriák keretein túl elsősorban a terhelés alatti anyagcsere-adaptációt és az anyagcsere-alkalmazkodóképességet érintik.

Nemzetközi vizsgálatok szerint a posztterheléses vércukorszint emelkedése diabétesz fennállása nélkül is összefüggésbe hozható agyi funkcionális eltérésekkel és mérhető kognitív teljesítményváltozásokkal.¹⁷⁰ Ez arra utal, hogy a kóros glükózzválasz már korai stádiumban is funkcionális következményekkel társulhat, még normáltartományú nyugalmi paraméterek mellett is.

A katonai és rendvédelmi szolgálat sajátosságai — így a hirtelen fellépő, intenzív fizikai igénybevétel, a fokozott pszichés terhelés, valamint a tartós figyelmet és gyors döntéshozatalt igénylő helyzetek — olyan környezetet jelentenek, amelyben a metabolikus válaszkészség korlátozottsága már kórmegelőző stádiumban is relevánssá válhat. Ez

¹⁷⁰ PERTICONE 2021

potenciális teljesítménycsökkenéssel társulhatnak. Ebben az összefüggésben a szénhidrátanyagcsere instabilitása nemcsak hosszú távú egészségügyi kockázatként, hanem a szolgálatellátás szempontjából is értelmezhető tényezőként jelenik meg.

A rutinszerű alkalmassági vizsgálatok során alkalmazott laboratóriumi paraméterek elsősorban a nyugalmi anyagcsere-állapot megítélésére alkalmasak, és csak korlátozott mértékben tükrözik a terhelés alatti anyagcsere-adaptációt. Így a szolgálati környezetben releváns metabolikus eltérés egy része a hagyományos szűrési megközelítések mellett rejtve maradhat, ami alátámaszthatja a kockázatalapú kiválasztást követően alkalmazott terheléses vizsgálatok szerepét ebben a populációban.

Összegzőként a jelen vizsgálat eredményei a kockázatalapú szűrés értelmezését a klasszikus diagnosztikus logikán túl funkcionális és foglalkozás-egészségügyi szempontokkal egészítik ki. A FINDRISC-alapú kiválasztást követő terheléses vizsgálatok nemcsak korai szénhidrátanyagcsere-zavarok felismerését teszik lehetővé, hanem közvetett információt nyújtanak a terhelés alatti anyagcsere-alkalmazkodóképességről is. Ebben az értelemben a kockázatalapú, lépcsőzetes szűrés prevenciós eszközként és a szolgálati alkalmasság fenntarthatóságát támogató döntéstámogató elemként is értelmezhető lehet.

3.8. A 3. hipotézis összegző értékelése és részkövetkeztetései

A 3. hipotézis vizsgálatának fő megállapításai az alábbiakban foglalhatók össze:

- A $\text{FINDRISC} \geq 12$ pontos küszöbértéke a vizsgált populáció 34,6%-át (92/266 fő) irányította további diagnosztikus kivizsgálásra.
- A $\text{FINDRISC} \geq 12$ pontszám alapján kiválasztott és ténylegesen OGTT-vel kivizsgált alcsoportban ($n = 31$) a kóros eredmények aránya 19,4% volt (6/31 fő; 95% CI = 7,5–37,5%). A kóros eseteken belül IGT 12,9%-ban (4/31 fő), míg korábban nem ismert cukorbetegség 6,5%-ban (2/31 fő) fordult elő.
- A teljes szűrt populációra vetítve az újonnan azonosított szénhidrátanyagcsere-zavarok aránya 2,3%-nak adódott (6/266 fő).
- Az egy új, OGTT-vel igazolt szénhidrátanyagcsere-zavar felismeréséhez szükséges szűrések száma (NNS) 44,3 volt.
- A $\text{FINDRISC} \geq 12$ pont alapján OGTT-re irányított populációban a terheléses vizsgálaton való megjelenési arány 33,7% volt (31/92 fő; 95% CI = 24,9–43,8%), nem

mutatott statisztikailag értelmezhető különbséget sem a nem, sem a szolgálati hovatartozás szerint.

A 3. hipotézis arra irányult, hogy a hon- és rendvédelmi szervek 40 év feletti, ismert szénhidrátanyagcsere-zavarban nem szenvedő állományában a FINDRISC-alapú kockázati kiválasztást követően alkalmazott, célzott OGTT alkalmas-e a korábban nem ismert szénhidrátanyagcsere-zavarok célzott azonosítására.

Az eredmények alapján a FINDRISC ≥ 12 pontos küszöbértéke mentén alkalmazott kiválasztás alkalmasnak bizonyult olyan alcsoport azonosítására, amelyben az OGTT klinikailag releváns diagnosztikus információt szolgáltatott. A célzott OGTT több esetben igazolt olyan eltérést, amely nyugalmi laborparaméterek alapján nagyobb valószínűséggel rejtve maradt volna. Ez arra utal, hogy a kockázatalapú kiválasztást követő terheléses vizsgálat többletértéket képviselhet a korai felismerésben.

A hipotézis értelmezése során hangsúlyozandó, hogy a FINDRISC alkalmazása ebben a vizsgálatban nem diagnosztikus, hanem kiválasztó eszközként történt, összhangban a nemzetközi ajánlásokkal. Ennek megfelelően a módszer előnye nem a teljes populáció laboratóriumi szűrésében, hanem a diagnosztikus erőforrások célzott felhasználásában ragadható meg. A hon- és rendvédelmi állomány sajátos szolgálati környezete alátámaszthatja az ilyen lépcsőzetes szűrési megközelítések alkalmazását.

A vizsgálat rámutat a szűrési lánc egyik kritikus pontjára is. A FINDRISC alapján OGTT-re irányított személyek jelentős részénél a vizsgálat nem valósult meg, ami a diagnosztikus hozam populációs szintű extrapolálhatóságát korlátozza. A kimutatott eredmények így a ténylegesen kivizsgált alcsoport jellemzőit tükrözik, és a teljes OGTT-indikált populációra történő általánosítás óvatosságot igényel. Ennek megfelelően a diagnosztikus hozam a szűrési stratégia potenciális hatékonyságát tükrözi, nem pedig annak teljes populációs megvalósulását.

Az OGTT és a HbA1c eltérő időablakot és anyagcsere-dinamikát tükröz, ezért a közöttük fennálló diszkrepancia nem ellentmondásként, hanem komplementer diagnosztikus információként értelmezhető. A szolgálati terheléssel összefüggő metabolikus ingadozások hozzájárulhatnak olyan glikémiás eltérések megjelenéséhez, amelyek elsősorban terhelés során detektálhatók; ennek közvetlen vizsgálata azonban nem képezte a jelen kutatás célját.

Összességében a 3. hipotézis a ténylegesen kivizsgált alcsoport eredményei alapján alátámasztottnak tekinthető, mivel a FINDRISC-alapú kockázati kiválasztást követően

alkalmazott OGTT alkalmasnak bizonyult korábban nem ismert szénhidrátanyagcsere-zavarok azonosítására. A módszer gyakorlati hatékonyságát ugyanakkor döntően a kivizsgálás tényleges megvalósulása határozza meg, ami a foglalkozás-egészségügyi alkalmazás szervezési és rendszerszintű jelentőségére hívja fel a figyelmet.

4. A FOLYAMATOS SZÖVETI GLÜKÓZ-MONITOROZÁS SZEREPE A SZÉNHIDRÁTANYAGCSERE-ZAVAR KORAI KIMUTATÁSÁBAN A HON- ÉS RENDVÉDELMI POPULÁCIÓBAN

4.1. Célkitűzés

A disszertáció 4. hipotéziséhez kapcsolódó vizsgálat a 3. fejezetben bemutatott kockázatalapú szűrés folytatásaként értelmezhető. Míg a 3. fejezet a FINDRISC-kérdőívre épülő, OGTT- és HbA1c-alapú diagnosztikus lépések eredményeit tárgyalja, addig a jelen fejezet a vizsgálati protokoll harmadik elemének, a professzionális (blinded) folyamatos szöveti glükóz-monitorozás szerepét elemzi.

A 4. hipotézisnek megfelelően a fejezet célja annak vizsgálata, hogy a CGMS-technológia a 40 év feletti, ismert szénhidrátanyagcsere-zavarban nem szenvedő állománytagok körében milyen mértékben alkalmas:

- a glükózanyagcsere dinamikus jellemzésére;
- a korai, elsősorban posztprandiális jellegű glikémiás eltérések azonosítására;
- a nyugalmi laboratóriumi paramétereken túlmutató többletinformáció biztosítására.

Ennek megfelelően elemzem, hogy a professzionális CGMS-mérések során nyert, a glükózanyagcsere időbeli alakulását és variabilitását jellemző paraméterek milyen kapcsolatot mutatnak a FINDRISC-kérdőív alapján meghatározott kockázati kategóriákkal, illetve a ≥ 12 pontos küszöbértékhez kapcsolódó OGTT-indikációval. Ezzel párhuzamosan azt is vizsgálom, hogy az OGTT-indikáció alapján képzett alcsoportban a CGMS-paraméterek hogyan viszonyulnak a rendelkezésre álló laboratóriumi eredményekhez. Kiemelt figyelmet kap annak megítélése, hogy a folyamatos szöveti glükóz-monitorozás képes-e olyan, nyugalmi laborparaméterekkel nem, vagy csak korlátozottan azonosítható glikémiás eltérések felismerésére, amelyek a szénhidrátanyagcsere-zavar korai stádiumára, illetve a későbbi diabétesz kialakulásának fokozott kockázatára utalhatnak.

A fejezet összegző célja annak megítélése, hogy a CGMS milyen szerepet tölthet be a FINDRISC-alapú, lépcsőzetes szűrési modell kiegészítő elemeként a szénhidrátanyagcsere korai, még klinikailag nem manifest eltéréseinek érzékenyebb jellemzésében.

4.2. Kutatási módszer

A jelen fejezetben bemutatott módszertan a 3. fejezetben ismertetett vizsgálati tervre épül, annak alvizsgálataként valósult meg. A kockázatalapú szűrés lépcsőzetes modelljébe illesztve a CGMS-technológia alkalmazása a szénhidrátanyagcsere dinamikus jellemzőinek elemzését tette lehetővé, azonos beválasztási feltételek és etikai engedélyek mellett. A fejezet további alfejezetei a CGMS alkalmazásának módszertani sajátosságait, a vizsgált paramétereket és az alkalmazott statisztikai elemzési eljárásokat mutatják be.

4.2.1. A vizsgálati terv és a vizsgálatba bevont populáció

A teljes kutatás keresztmetszeti, megfigyeléses jellegű volt, és a hon- és rendvédelmi szervek állományában, foglalkozás-egészségügyi alkalmassági vizsgálatra kötelezett, 40 év feletti, ismert szénhidrátanyagcsere-zavarban nem szenvedő személyek bevonásával zajlott.

A CGMS-alvizsgálat nem a teljes szűrt populációban történt, hanem a FINDRISC-kérdőív alapján meghatározott kockázati kategóriák szerint kialakított, önként jelentkező résztvevők körében. A vizsgálati tervnek megfelelően a FINDRISC-pontszám kategóriák (7 pont alatti, 7–11 pont közötti, 12–14 pont közötti, 15–20 pont közötti és 20 pont feletti) szerint a résztvevők 1:1:1:1:1 arányban kerültek bevonásra.

A vizsgálati protokoll alapján a CGMS-alvizsgálat tervezett esetszáma a rendelkezésre álló készülékek számától függött. A ténylegesen értékelhető mérések azon résztvevők adataira korlátozódtak, akiknél a szenzorhasználati idő a teljes mérési periódus legalább 70%-ában biztosított volt. A CGMS-alvizsgálat a teljes vizsgálati populáció egy előre definiált, nem randomizált részhalmazát képezte.

Időbeli elrendezését tekintve a folyamatos szöveti glükóz-monitorozás a FINDRISC-kérdőív kitöltését követően történt, és a laboratóriumi diagnosztikus lépésekkel (OGTT és HbA1c-meghatározás) nem egy időben történt. Amennyiben a FINDRISC eredménye alapján OGTT és HbA1c-meghatározás vált indokolttá, azok elvégzése a CGMS-alkalmazástól függetlenül, a protokoll szerint megtörtént.

A CGMS-alvizsgálatra vonatkozó beválasztási és kizárási kritériumok megegyeztek a teljes vizsgálatra érvényes feltételekkel; ezen túlmenően kizárólag a szenzorviselést akadályozó körülmények — például szolgálati okból szükségessé váló idő előtti szenzoreltávolítás — jelentettek kizárást.

4.2.2. A CGMS alkalmazásának módszertana

Az alvizsgálat a Sibionics GS1 CGMS alkalmazásával, retrospektív (blinded, professzionális) módon történt. A résztvevők és a vizsgáló a mérési időszak alatt nem látták a szenzor által mért glükózértékeket; az adatok kiértékelése utólag, a szenzor élettartamának lejártát követően történt. A vizsgálat a résztvevők mindennapi életvitelének megváltoztatása, valamint terápiás vagy életmódbeli intervenció nélkül zajlott.

A rendszer kalibrációt nem igényel, és az érzékelőt és az adatátviteli egységet egybeépítve tartalmazza. A szöveti glükózkonzentrációról 5 percenként, napi 288 alkalommal szolgáltat adatot; a rendszer élettartama 14 nap. A bőrfelületre helyezett szenzor vízálló, mérete $33,5 \times 20,0 \times 5,3$ mm, tömege 3,84 g, működési hőmérséklet-tartománya pedig 5–40 °C. A felhelyezett és működő Sibionics GS1 szenzor a 27. ábrán látható. A rendszer megfelelő mérési pontossággal (MARD: 8,83%)¹⁷¹ rendelkezik.¹⁷²

A 27. ábra egy, a felkar hátsó részén elhelyezett Sibionics GS1 szenzort mutat.



27. ábra: Sibionics GS1 CGMS egy alvizsgálatban résztvevő bal felkarjának oldalsó-hátsó felületére felhelyezve
(Forrás: szerző saját felvétele.)

¹⁷¹ A MARD (Mean Absolute Relative Difference) a folyamatos vércukor-monitorozó rendszerek mérési pontosságának egyik leggyakrabban alkalmazott jellemzője, amely a szenzor által mért szöveti és a kapilláris vérből mért (referencia) glükózkonzentráció értékek közötti relatív eltérések átlagát fejezi ki. Bár a MARD önmagában nem írja le teljeskörűen a CGMS-rendszerek klinikai teljesítményét, az eszközök összehasonlítására és a mérési pontosság jellemzésére széles körben alkalmazott paraméter.; HEINEMANN, 2020

¹⁷² SIBIONICS honlapja

A CGMS-adatok feldolgozásába kizárólag azok a mérések kerültek bevonásra, amelyek megfeleltek az előre meghatározott minőségi kritériumoknak. Az értékelhetőség alapfeltétele a megfelelő adatlefedettség volt; ennek megfelelően legalább 10 napos mérési időtartammal és a teljes, 14 napos mérési periódus minimum 70%-át elérő érvényes adatarány mellett készült felvételek kerültek elemzésre. Ez a küszöbérték biztosította a glikémiás mintázatok statisztikailag és klinikailag megbízható értelmezhetőségét, és összhangban áll a nemzetközi szakmai ajánlásokkal. Az adatfeldolgozás során az érvénytelen vagy hiányos adatszakaszok — elsősorban a szenzor leeséséből eredő hiányok — kizárásra kerültek.

A CGMS alkalmazása során a glükózanyagcsere jellemzésére az alábbi paraméterek kerültek elemzésre:

- az elérhető szenzoradatok aránya;
- az átlagos szöveti glükózszint;
- a becsült HbA1c-nek megfelelő GMI érték;
- a glikémiás variabilitás mutatója (CGMS-CV);
- a glükózingadozás amplitúdóját jellemző MAGE érték;
- a standard időtartomány-alapú paraméterek (TAR, TIR, TBR);
- 7,8 mmol/L feletti tartományban töltött időtartam aránya;
- a szűk normoglikémiás tartományban (3,9–7,8 mmol/L) eltöltött időtartam aránya.

E paraméterek együttesen a glükózanyagcsere dinamikus jellemzését tették lehetővé.

Az elemzés során a résztvevők a FINDRISC-kérdőív alapján meghatározott OGTT-indikáció szerint két alcsoportba kerültek besorolásra: OGTT nem indikált (FINDRISC < 12) és OGTT indikált (FINDRISC $\geq$ 12). E besorolás a CGMS-paraméterek és a laboratóriumi vizsgálatok leíró és összehasonlító elemzésének keretében szolgált.

4.2.3. A CGMS alkalmazásával nyert paraméterek és definíciójuk

A vizsgálat során alkalmazott CGMS-paraméterek meghatározása és értelmezése a disszertáció bevezető fejezetében ismertetett AGP-keretrendszerrel összhangban történt. Az elemzés az alvizsgálatban résztvevő személyek esetében egyénenként mintegy 3500–4000 valid szöveti glükózértékből származtatott standard paraméterkészleten alapult, amely lehetővé tette a glükózértékek napi dinamikájának részletes vizsgálatát.

A glükóanyagcsere rövid távú dinamikájának jellemzésére a glikémiás ingadozások amplitúdóját leíró MAGE mutatót is alkalmaztam, amely a tartományalapú időmutatóktól független információt nyújt a glikémiás variabilitás mértékéről.

A glikémiás tartományok meghatározása során a nemzetközi irányelvekben alkalmazott standard Time in Range (TIR) definíciót vettem alapul, amely nem terhes, cukorbeteg felnőttek esetében a 3,9–10,0 mmol/L közötti glükóztartományban eltöltött idő arányát jelenti. A TIR elsősorban terápiás környezetben alkalmazott referencia-paraméter, amely a glükózértékek céltartományon belüli időarányát jellemzi. Ez fennálló cukorbetegség miatti kezelés mellett alkalmazott referencia-paraméter, amely megmutatja, hogy a szöveti glükózkoncentráció mennyi időt tölt elfogadható tartományban.¹⁷³ A paraméter alkalmazása jelen vizsgálatban nem terápiás célú értékelést, hanem a glikémiás mintázatok összehasonlítható leírását szolgálta.

A szakmai ajánlásokban egyes klinikai kontextusok kapcsán megjelenik egy szűkebb glikémiás tartomány (3,9–7,8 mmol/L) vizsgálata is, amelyet jellemzően a szorosabb anyagcsere-kontroll („tight control”) értékelésére alkalmaznak. Több szerző rámutat arra, hogy a 3,9–7,8 mmol/L közötti szűkebb tartományban eltöltött idő különösen informatív lehet akkor, amikor a glükózértékek a normális tartományhoz közel esnek. Emellett a standard TIR önmagában kevésbé érzékeny a finomabb glikémiás eltérések kimutatására — különösen nem cukorbeteg egyének esetében.¹⁷⁴

Bár a szakirodalomban előfordul a „Time in Tight Range” megnevezés, ehhez nem társul egységesen rögzített nemzetközi irányelvi glikémiás tartomány. Ennek megfelelően a jelen munkában a szűk normoglikémiás tartomány minden esetben explicit módon a 3,9–7,8 mmol/L közötti glükózértékeket jelenti. Ennek a tartománynak az alkalmazása nem irányelvi módosításként és nem önálló diagnosztikus céllal történt, hanem kiegészítő, leíró jellegű elemzési mutatóként. Elsősorban annak megítélésére szolgált, hogy a vércukorérték mennyire marad a valóban normális tartományban a szénhidrátanyagcsere korai — elsősorban posztprandiális — glikémiás eltéréseinek érzékenyebb azonosítása céljából. Az elemzés a standard TIR-rel párhuzamosan, attól egyértelműen elkülönítve történt.

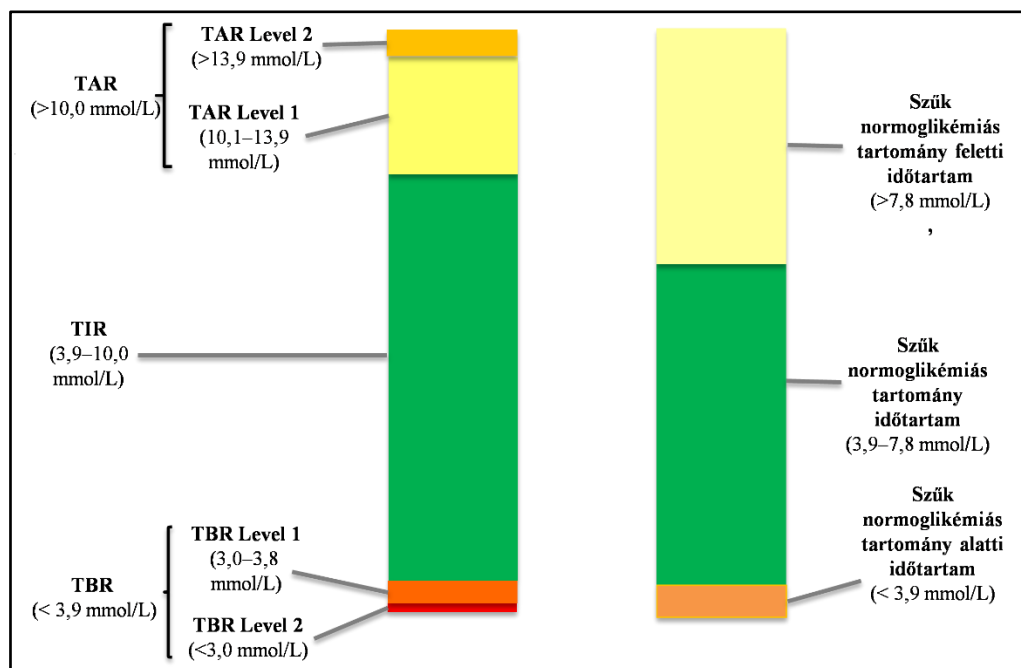
A hipoglikémiás (TBR) és hiperglikémiás (TAR) tartományok részletesebb, úgynevezett *Level 1* és *Level 2* szerinti bontása a jelen elemzésben nem került alkalmazásra.

¹⁷³ BATTELINO 2019

¹⁷⁴ DUNN 2024

Ennek oka, hogy a vizsgálat nem cukorbeteg populációban történt, ahol a súlyos vércukor-eltérések előfordulása ritka, így ezek elemzése korlátozott információt nyújtott volna.

A CGMS-vizsgálat során alkalmazott glikémiás tartományokat és az ezekhez tartozó időtartomány-alapú paramétereket a 28. ábra foglalja össze, amely áttekinthető formában szemlélteti a standard és a szűk normoglikémiás megközelítés közötti különbséget.



28. ábra: A glikémiás tartományokban eltöltött idő értelmezési keretei standard és szűk normoglikémiás megközelítésben

Megjegyzés: A CGMS során meghatározott glikémiás tartományokban eltöltött idő szemléltetése standard (bal oldal) és szűk normoglikémiás (jobb oldal) értelmezési keretben.

(Forrás: szerző saját szerkesztése.)

A CGMS alkalmazása során vizsgált valamennyi glikémiás paraméter meghatározása a Sibtionics GS1 rendszerhez tartozó gyártói kiértékelő szoftver standard verziójának automatikus feldolgozása alapján történt. A szoftver a szöveti glükóz-idősorokból a nemzetközileg elfogadott definícióknak megfelelő algoritmusok alkalmazásával számítja ki az átlagos szöveti glükózértéket, a glikémiás variabilitási mutatót, az időtartomány-alapú paramétereket, valamint az összetett mutatókat, így a GMI-t és a MAGE értékét is. A jelen vizsgálatban valamennyi CGMS-paraméter a rendszer által generált standard riportból került átvételre, és változtatás nélkül került statisztikai feldolgozásra. Egyedi algoritmikus újraszámítás vagy manuális paraméterképzés nem történt.

A CGMS-adatok elemzése nem önálló diagnosztikus céllal történt, hanem a FINDRISC-kérdőív, valamint az OGTT- és HbA1c-vizsgálatok eredményeivel összefüggésben, azok kiegészítéseként.

4.2.4. A CGMS alkalmazásával nyert paraméterek és a laboratóriumi vizsgálatok kapcsolata

A szénhidrátanyagcsere-állapot meghatározásának referenciájaként az OGTT során mért értékek szolgáltak, amelyek a szénhidrátanyagcsere nyugalmi és terheléses állapotának standard vizsgálati módszerei. Az OGTT során mért éhomi és 120 perces plazmaglükóz-értékek, valamint a HbA1c-eredmények összevetése a CGMS-ből származó paraméterekkel lehetővé teszi annak vizsgálatát, hogy a folyamatos szöveti glükóz-monitorozás milyen mértékben tükrözi, illetve egészíti ki a hagyományos laboratóriumi módszerekkel meghatározott anyagcsere-állapotot.

Az összehasonlítás célja nem a CGMS diagnosztikus eszközként történő alkalmazása volt, hanem annak leíró jellegű vizsgálata, hogy a CGMS-mérésekből származó paraméterek hogyan alakulnak az OGTT-indikáció szerint képzett alcsoportokban, valamint milyen összefüggést mutatnak az egyes laboratóriumi értékekkel.

A CGMS-mérések és a laboratóriumi vizsgálatok időbeli közelsége lehetővé tette, hogy az összehasonlítás a vizsgálati periódus közel azonos anyagcsere-állapotát tükrözze.

4.2.5. A tudományos hipotézis statisztikai feldolgozásának módszertana

A 4. hipotézis statisztikai vizsgálatának célja annak értékelése volt, hogy a CGMS alkalmazásával nyert glikémiás paraméterek képesek-e a szénhidrátanyagcsere korai, hagyományos nyugalmi laboratóriumi vizsgálatokkal még nem, vagy csak korlátozottan azonosítható eltéréseinek kimutatására a hon- és rendvédelmi állomány körében. Az elemzés nem diagnosztikus küszöbértékek meghatározására irányult, hanem a CGMS-paraméterek elkülönítő képességének, valamint a FINDRISC-alapú kockázatbesorolással és a laboratóriumi eredményekkel mutatott összefüggések vizsgálatára.

A CGMS-paraméterek elemzése előre rögzített vizsgálati végpontok mentén történt. Elsődleges végpontként azokat a glikémiás jellemzőket határoztam meg, amelyek a nem cukorbeteg populációban érzékenyen jelzik a szénhidrátanyagcsere finom, elsősorban posztprandiális eltéréseit. Ezek közé tartozott a glikémiás ingadozások amplitúdóját jellemző MAGE-érték, a szűk normoglikémiás tartományban (3,9–7,8 mmol/L) és a 7,8 mmol/L feletti glükóztartományban eltöltött idő aránya.

Másodlagos végpontként kerültek elemzésre az átlagos szöveti glükózsztint, a becsült GMI, a glikémiás variabilitást jellemző CGMS-CV, valamint a standard időtartomány-alapú paraméterek. Az elemzés során a résztvevőket több, egymást kiegészítő csoportosítási szempont szerint értékeltem. Az összehasonlítás egyrészt a FINDRISC-kérdőív alapján meghatározott diabéteszkockázati kategóriák mentén, másrészt a $\text{FINDRISC} \geq 12$ pontos küszöbérték alapján képzett, OGTT-indikált és OGTT-re nem indikált alcsoportok között történt. További elemzés készült az OGTT és a HbA1c eredményei alapján meghatározott anyagcsere-kategóriák szerint is.

A statisztikai megközelítés leíró és összehasonlító elemeket egyaránt tartalmaz, exploratív jelleggel. A kis elemszám figyelembevételével az elemzés elsősorban a tendenciák irányának és a glikémiás mintázatok klinikai értelmezhetőségének bemutatására irányult. Célja annak megítélése volt, hogy a CGMS miként illeszthető be a FINDRISC-alapú, lépcsőzetes szűrési modell kiegészítő elemeként.

4.2.6. Alkalmazott statisztikai módszerek

A statisztikai feldolgozás anonimizált adatok felhasználásával történt. A változókat leíró statisztikai módszerekkel jellemeztem; az eredményeket az adatok eloszlásának jellegétől függően átlag $\pm$ szórás, valamint 95%-os konfidencia-intervallum formájában adtam meg.

A CGMS-paraméterek, a FINDRISC- összpontszám, valamint a laboratórium vizsgálatok (éhomiai és 120 perces OGTT-értékek, HbA1c) közötti összefüggések vizsgálatára Pearson-féle lineáris, illetve nem normális eloszlás esetén Spearman-féle rangkorrelációs elemzést alkalmaztam, kétoldali próbával.

A csoportok közötti összehasonlításokat normalitásvizsgálatot követően parametrikus módszerekkel végeztem. A varianciák homogenitását minden esetben Levene-próbával ellenőriztem. Két csoport összehasonlítása esetén homogén varianciák mellett független mintás Student-féle t-próbát alkalmaztam, míg varianciaheterogenitás esetén Welch-korrekcióval számított próbát használtam.

Több csoport egyidejű összehasonlítására egyutas varianciaanalízist alkalmaztam Brown–Forsythe-féle robusztus korrekcióval.

Az összehasonlító elemzések során a statisztikai szignifikancia mellett hatásméreteket (Cohen-féle d) is számítottam.

A CGMS-paraméterek OGTT-indikáció (FINDRISC ≥ 12 pont) szerinti elkülönítő képességének vizsgálatára egyváltozós logisztikus regresszióval becsült modell alapján ROC-elemzést végeztem. Az egyes paraméterek görbe alatti területét (Area Under the Curve, AUC) határoztam meg.

A statisztikai szignifikancia szintjét minden elemzés esetében $p < 0,05$ értékben határoztam meg. Az elemzések exploratív jellegűek voltak: nem új diagnosztikus határértékek kijelölésére, hanem a CGMS-mintázatok és a kockázatbesorolás közötti kapcsolatok feltérképezésére szolgáltak.

4.2.7. Módszertani sajátosságok és korlátok

A vizsgálat egyik módszertani sajátossága és egyben értelmezését befolyásoló tényezője a CGMS-vizsgálatba bevont résztvevők viszonylag korlátozott száma. Ez a statisztikai elemzések érzékenységet csökkentheti, különösen az alcsoportok közötti összehasonlítások esetében. A CGMS alkalmazása nem a teljes szűrt populációban történt, hanem a vizsgálati protokoll, valamint a rendelkezésre álló mérőeszközök száma által meghatározott keretek között. Ennek következtében az eredmények általánosíthatósága korlátozott.

További módszertani sajátosság, hogy a vizsgálat keresztmetszeti, megfigyeléses jellegű volt, vagyis a résztvevők életmódjába vagy kezelésébe beavatkozás nem történt. Ennek megfelelően az észlelt összefüggések kizárólag együttjárásként értelmezhetők, és nem teszik lehetővé ok-okozati következtetések levonását.

4.3. Az alvizsgálatban résztvevő populáció leíró statisztikai jellemzői

A CGMS-alvizsgálatban résztvevő vizsgálati populáció 30 főből állt. A szolgálati hovatartozás szerint 20 fő (66,7%) a honvédelmi, 10 fő (33,3%) a rendvédelmi állományhoz tartozott. Az alvizsgálatban 18 fő (60,0%) nő és 12 fő (40,0%) férfi vett részt. A vizsgálati populáció életkora 42 és 60 év között mozgott; az átlagéletkor 50,9 év, míg a medián életkor 52 év volt.

A CGMS-alvizsgálatba bevont résztvevők kiválasztása során arra törekedtem, hogy a FINDRISC-kérdőív alapján meghatározott diabéteszkockázati kategóriák kiegyensúlyozott arányban képviseltessék magukat. Ennek megfelelően a vizsgálati populációban mind az öt FINDRISC-pontszám-kategória azonos elemszámmal szerepelt:

- alacsony kockázat (7 pont alatt): 6 fő

- enyhén fokozott kockázat (7–11 pont): 6 fő
- fokozott kockázat (12–14 pont): 6 fő
- magas kockázat (15–20 pont): 6 fő
- igen magas kockázat (20 pont felett): 6 fő

A vizsgálati populációban 18 fő rendelkezett OGTT-indikációval (FINDRISC ≥ 12 pont), míg 12 fő esetében OGTT-indikáció nem állt fenn. Ez a megoszlás lehetővé tette az OGTT-indikáció szerint képzett alcsoportok közötti összehasonlíthatóságot a CGMS-paraméterek elemzése során.

A CGMS-alvizsgálatban résztvevő populáció leíró statisztikai jellemzőit a 47. táblázat tartalmazza.

Jellemző	Érték
Résztvevők száma, n (fő)	30
Életkor, átlag $\pm$ SD (év)	50,9 $\pm$ 6,0
Életkor medián (min–max) (év)	52 (42–60)
Nő, n (%)	18 (60,0%)
Férfi, n (%)	12 (40,0%)
Honvédelmi állomány, n (%)	20 (66,7%)
Rendvédelmi állomány, n (%)	10 (33,3%)

47. táblázat: A CGMS-alvizsgálatban résztvevő populáció leíró statisztikai jellemzői
(n = 30)

(Forrás: szerző saját szerkesztése.)

4.4. A CGMS alkalmazásával nyert adatok bemutatása

4.4.1. A CGMS-mérések technikai megfelelése és az adatminőség

A CGMS-mérések adatminőségének értékelése során a statisztikai elemzésbe bevont valamennyi résztvevő esetében megfelelő minőségű, értékelhető adatkészlet állt rendelkezésre. Az érvényes szenzoradatok aránya minden esetben meghaladta a nemzetközi ajánlásokban meghatározott 70%-os küszöbértéket. A szenzoradatok rendelkezésre állásának medián értéke a teljes mérési időszak 90%-át tette ki, ami lehetővé tette a glikémiás mintázatok megbízható értékelését.

A mérési protokoll szerint valamennyi résztvevő esetében 14 napos CGMS-viselést terveztem. A vizsgálat során négy esetben a szenzor néhány napon belül levált, jellemzően mechanikai behatásra, például hátizsák felvételekor vagy ajtófélfának történő ütközés következtében. Ezekben az esetekben a rendelkezésre álló adatmennyiség nem érte el az előírt minimumot, ezért új szenzor felhelyezésére és a mérés megismétlésére került sor.

A végleges, statisztikai elemzésbe bevont mérések közül 29 résztvevő esetében a tervezett 14 napos mérési periódus teljesült, míg egy résztvevőnél a szenzor idő előtti leválása miatt 12 napos, de az előre meghatározott adatminőségi kritériumoknak megfelelő mérési idő állt rendelkezésre. Az adatok statisztikai feldolgozása kizárólag teljes értékű, megfelelő adatfolytonosságot biztosító CGMS-mérések alapján történt, ami biztosította az eredmények megbízhatóságát és összehasonlíthatóságát.

4.4.2. Az alapvető CGMS-paraméterek leíró jellemzői

A vizsgálati populáció átlagos szöveti glükózsztintje 6,1 mmol/L, az abból származtatott GMI (becsült HbA1c) értéke 5,9% volt. A glikémiás ingadozás mértékét kifejező CGMS-CV átlaga 18,0% volt. A glikémiás ingadozások amplitúdóját jellemző MAGE érték a teljes vizsgálati populációban átlagosan $2,22 \pm 0,46$ mmol/L, medián értéke 2,11 mmol/L volt. A MAGE-periódusok száma egyénenként átlagosan $145,7 \pm 43,0$ volt a teljes, értékelhető CGMS-mérési időtartam során.

Az időtartomány-alapú paraméterek közül a standard céltartományban (TIR, 3,9–10,0 mmol/L) eltöltött idő átlaga 97,0%, a szűkebb normoglikémiás tartományban (3,9–7,8 mmol/L) eltöltött idő átlaga 90,0% volt.

A standard hiperglikémiás tartományban (TAR, > 10,0 mmol/L) eltöltött idő átlaga 1,5% volt. A 7,8 mmol/L feletti glükóztartományban eltöltött idő átlagosan 8,6%-nak adódott. A hipoglikémiás tartományban (TBR, < 3,9 mmol/L) eltöltött idő aránya 1,0% volt.

A teljes vizsgálati populációra vonatkozó alapvető CGMS-paraméterek leíró statisztikai jellemzőit a 48. táblázat mutatja be.

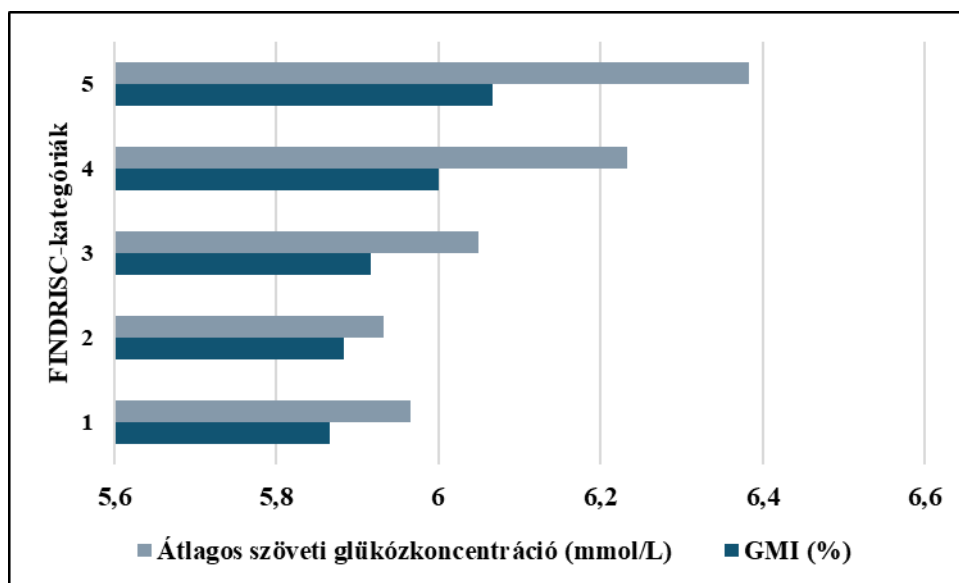
Paraméter	Átlag	Szórás, SD	Medián	Minimum	Maximum
Átlagos glükóz (mmol/L)	6,1	0,5	5,9	5,4	7,5
GMI (%)	5,9	0,2	5,9	5,6	6,5
Variációs együttható, CGMS-CV (%)	18,0	2,7	17,9	13,8	25,6
MAGE (mmol/L)	2,2	0,5	2,1	1,5	3,1
MAGE-exkurziók száma (db / mérési periódus)	145,7	43,0	144	51	242
TAR (> 10,0 mmol/L, %)	1,5	1,7	1,0	0	9
TIR (3,9–10,0 mmol/L, %)	97,1	2,1	98,0	90	100
TBR (< 3,9 mmol/L, %)	1,0	0,9	0	0	4
7,8 mmol/L feletti tartomány (%)	8,6	7,6	5,5	1	37
Szűk normoglikémiás tartomány (3,9–7,8 mmol/L, %)	90,0	7,7	93,0	62	97

48. táblázat: A CGMS során nyert alapvető paraméterek leíró statisztikai jellemzői a teljes vizsgálati populációban (n = 30)
(Forrás: szerző saját szerkesztése.)

4.4.3. A CGMS-paraméterek megoszlása a FINDRISC-kockázati kategóriák alapján

A vizsgálati populációban mind az öt FINDRISC-kategória azonos elemszámmal (n = 6) szerepelt, ami lehetővé tette a CGMS-paraméterek összehasonlítását az eltérő diabéteszkockázati szinteken.

A FINDRISC-alapú kockázati kategóriák emelkedésével párhuzamosan mind az átlagos szöveti glükózkoncentráció, mind a GMI értéke enyhe növekvő tendenciát mutatott, amit a 29. ábra szemléltet.

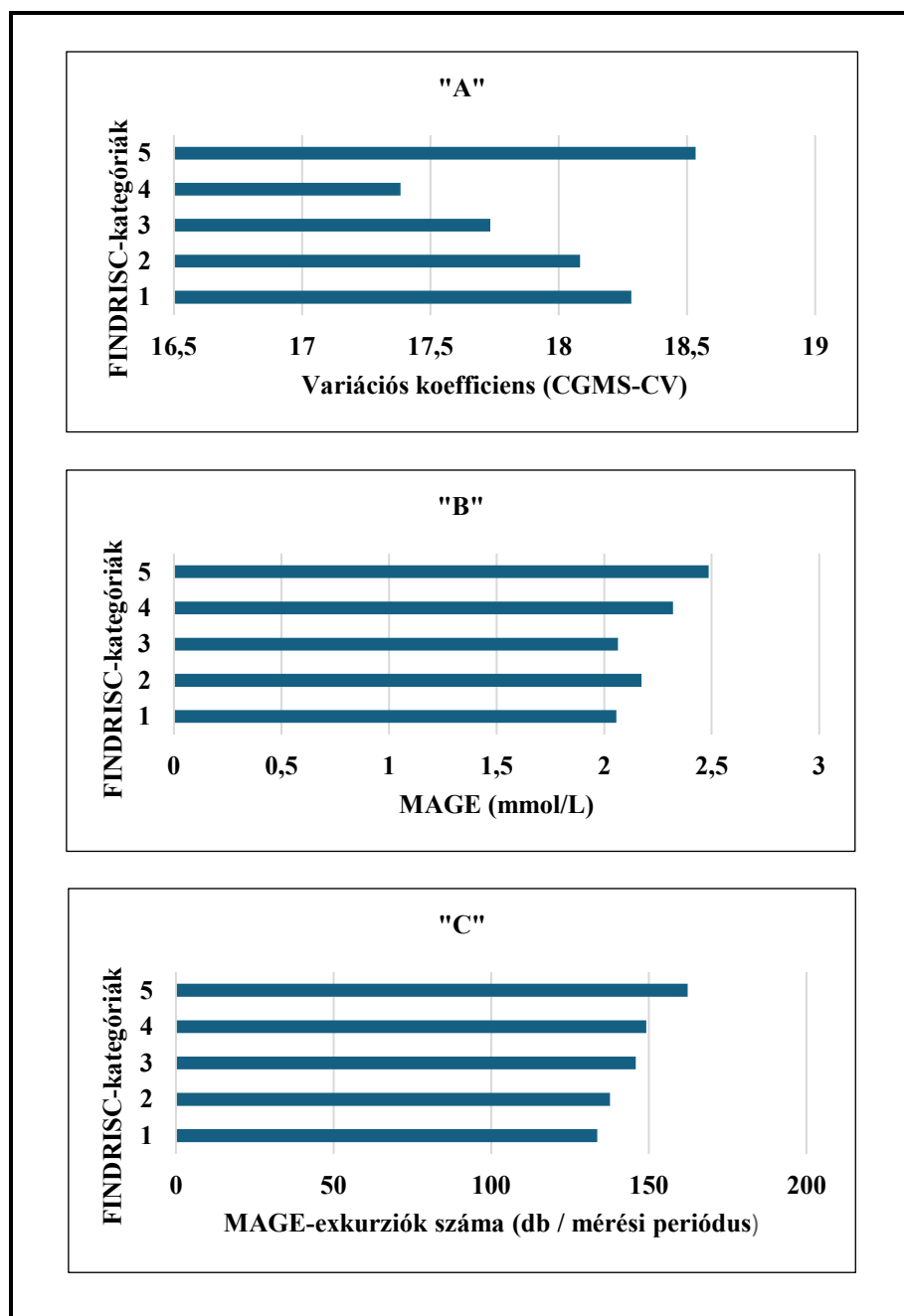


29. ábra: Az átlagos szöveti glükózsint és a GMI alakulása a FINDRISC-kockázati kategóriák szerint (n = 30)

Megjegyzés: A FINDRISC-kockázati kategóriák számozása a következő: 1 = alacsony kockázat, 2 = enyhén fokozott kockázat, 3 = fokozott kockázat, 4 = magas kockázat, 5 = igen magas kockázat.

(Forrás: szerző saját szerkesztése.)

A glikémiás variabilitást jellemző CGMS-CV esetében a FINDRISC-kategóriák mentén az átlagos glükóz és a GMI esetében megfigyelhető növekvő tendencia nem volt kimutatható, amint azt a 30. ábra is szemlélteti. A glikémiás ingadozások amplitúdóját jellemző MAGE értéke az alacsony kockázatú FINDRISC-csoportban átlagosan 2,1 mmol/L volt, míg az igen magas kockázatú csoportban 2,5 mmol/L. Ezzel párhuzamosan a MAGE-exkurziók esetén emelkedés irányába mutató tendencia volt megfigyelhető a FINDRISC-kockázati kategóriák mentén, amelyet a 30. ábra mutat be.



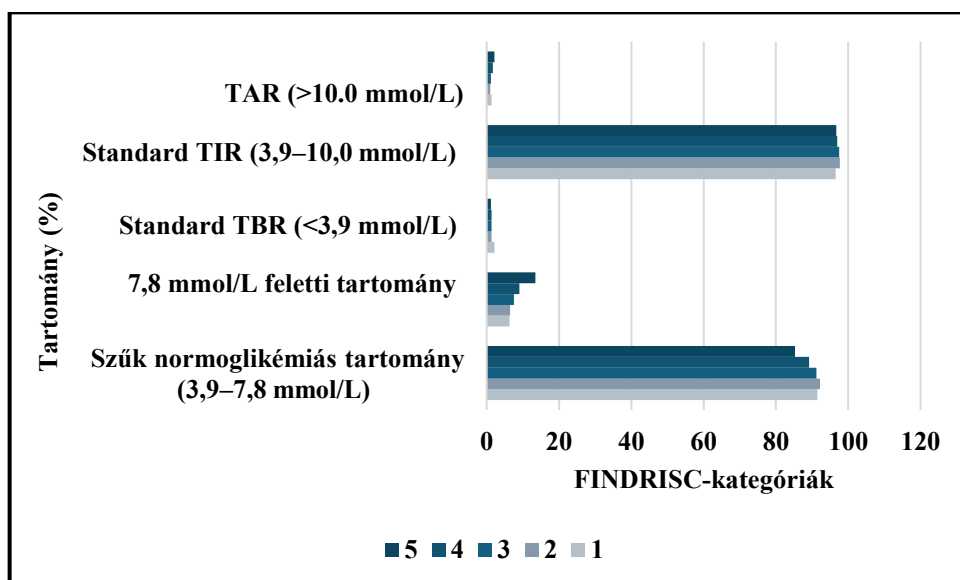
30. ábra: Glikémiás variabilitás különböző aspektusainak alakulása a FINDRISC-kockázati kategóriák szerint (n = 30)

Megjegyzés: „A”: Variációs koefficiens (CGMS-CV), „B”: A glikémiás kilengések amplitúdóját jellemző MAGE, valamint „C”: A MAGE-exkurziók száma a FINDRISC-kockázati kategóriák szerint. Az értékek a teljes, értékelhető CGMS-mérési periódus alapján számított átlagértékeket képviselik. A FINDRISC-kockázati kategóriák számozása a következő: 1 = alacsony kockázat, 2 = enyhén fokozott kockázat, 3 = fokozott kockázat, 4 = magas kockázat, 5 = igen magas kockázat.
(Forrás: szerző saját szerkesztése.)

A standard céltartományban (TIR, 3,9–10,0 mmol/L) eltöltött idő valamennyi FINDRISC-kategóriában magas arányt képviselt, az átlagértékek 96,5 és 97,7% között változtak, míg a standard hiperglikémiás tartományban (> 10,0 mmol/L) eltöltött idő minden csoportban alacsony maradt (1,06%–2,2%). A szűk normoglikémiás tartományban (3,9–7,8 mmol/L) eltöltött idő az alacsony kockázatú csoportban átlagosan 91,5% volt, amely az igen

magas kockázatú csoportban 85,3%-ot tett ki. Ezzel párhuzamosan a 7,8 mmol/L feletti glükóztartományban eltöltött idő aránya 6,3-ról 13,5%-ra változott. A hipoglikémiás tartományban (< 3,9 mmol/L) eltöltött idő aránya valamennyi kockázati kategóriában alacsony volt; az átlagos TBR-értékek 1,2% és 2,2% között alakultak.

A FINDRISC-kategóriák mentén vizsgált glikémiás tartományokban eltöltött idő megoszlását a 31. ábra szemlélteti.



31. ábra: A glikémiás tartományokban eltöltött idő átlagának megoszlása FINDRISC-kockázati kategóriák szerint (n = 30)

Megjegyzés: A FINDRISC-kockázati kategóriák számozása a következő: 1 = alacsony kockázat, 2 = enyhén fokozott kockázat, 3 = fokozott kockázat, 4 = magas kockázat, 5 = igen magas kockázat.
(Forrás: szerző saját szerkesztése.)

A FINDRISC-kockázati kategóriák szerinti CGMS-paraméterek átlagértékeit és szórásait a 49. táblázat mutatja be.

Paraméter	< 7 pont (alacsony kockázat)	7–11 pont (enyhén fokozott kockázat)	12–14 pont (fokozott kockázat)	15–20 pont (magas kockázat)	> 20 pont (igen magas kockázat)
Átlagos szöveti glükózérték (mmol/L)	6,0 ± 0,4	5,9 ± 0,4	6,0 ± 0,5	6,2 ± 0,6	6,4 ± 0,7
GMI (%)	5,9 ± 0,2	5,9 ± 0,2	5,9 ± 0,2	6,0 ± 0,3	6,1 ± 0,3
Variációs koefficiens, CGMS-CV (%)	18,3 ± 3,3	18,1 ± 3,9	17,7 ± 2,7	17,4 ± 0,9	18,5 ± 3,2
MAGE (mmol/L)	2,1 ± 0,5	2,2 ± 0,37	2,1 ± 0,4	2,3 ± 0,4	2,5 ± 0,6
MAGE-exkurziók száma (db / mérési periódus)	133,7 ± 59,5	137,7 ± 12,3	145,8 ± 22,4	149,2 ± 51,9	162,3 ± 56,7
Standard TAR (> 10,0 mmol/L, %)	1,3 ± 1,0	1,0 ± 0,6	1,2 ± 1,0	1,7 ± 0,8	2,2 ± 3,6
Standard TIR (3,9–10,0 mmol/L, %)	96,5 ± 2,2	97,7 ± 1,5	97,5 ± 1,6	97,0 ± 1,1	96,7 ± 3,6
Standard TBR (< 3,9 mmol/L, %)	2,2 ± 1,3	1,3 ± 1,0	1,3 ± 0,8	1,3 ± 1,0	1,2 ± 0,8
7,8 mmol/L feletti tartomány (%)	6,3 ± 5,0	6,5 ± 2,9	7,5 ± 6,5	9,0 ± 6,9	13,5 ± 13,0
Szűk normoglikémiás tartomány (3,9–7,8 mmol/L, %)	91,5 ± 6,2	92,2 ± 3,5	91,2 ± 7,0	89,7 ± 6,3	85,3 ± 13,0

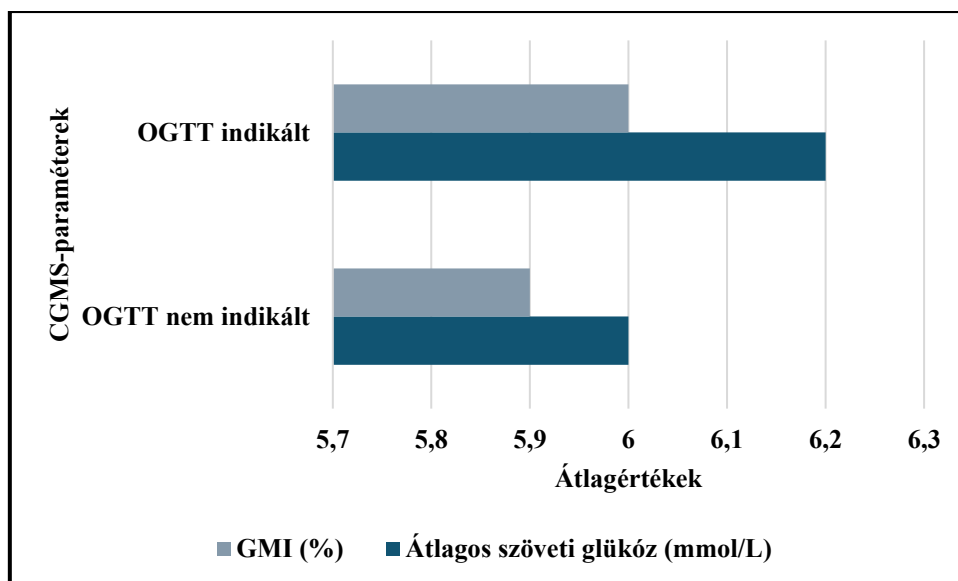
49. táblázat: A CGMS-alapú glikémiás paraméterek FINDRISC kockázati kategóriák szerinti megoszlása a vizsgálati populációban (n = 30)

Megjegyzés: Az adatok átlag ± szórás formájában kerültek feltüntetésre.
(Forrás: szerző saját szerkesztése.)

4.4.4. A CGMS-paraméterek leíró statisztikai jellemzői az OGTT-indikáció szerint képzett alcsoportokban

A FINDRISC-kérdőív < 12, illetve ≥ 12 pontos küszöbértéke alapján képzett alcsoportokban a CGMS-alvizsgálatban résztvevők közül 12 főnél nem állt fenn OGTT-indikáció, míg 18 fő az OGTT-indikált csoportba tartozott.

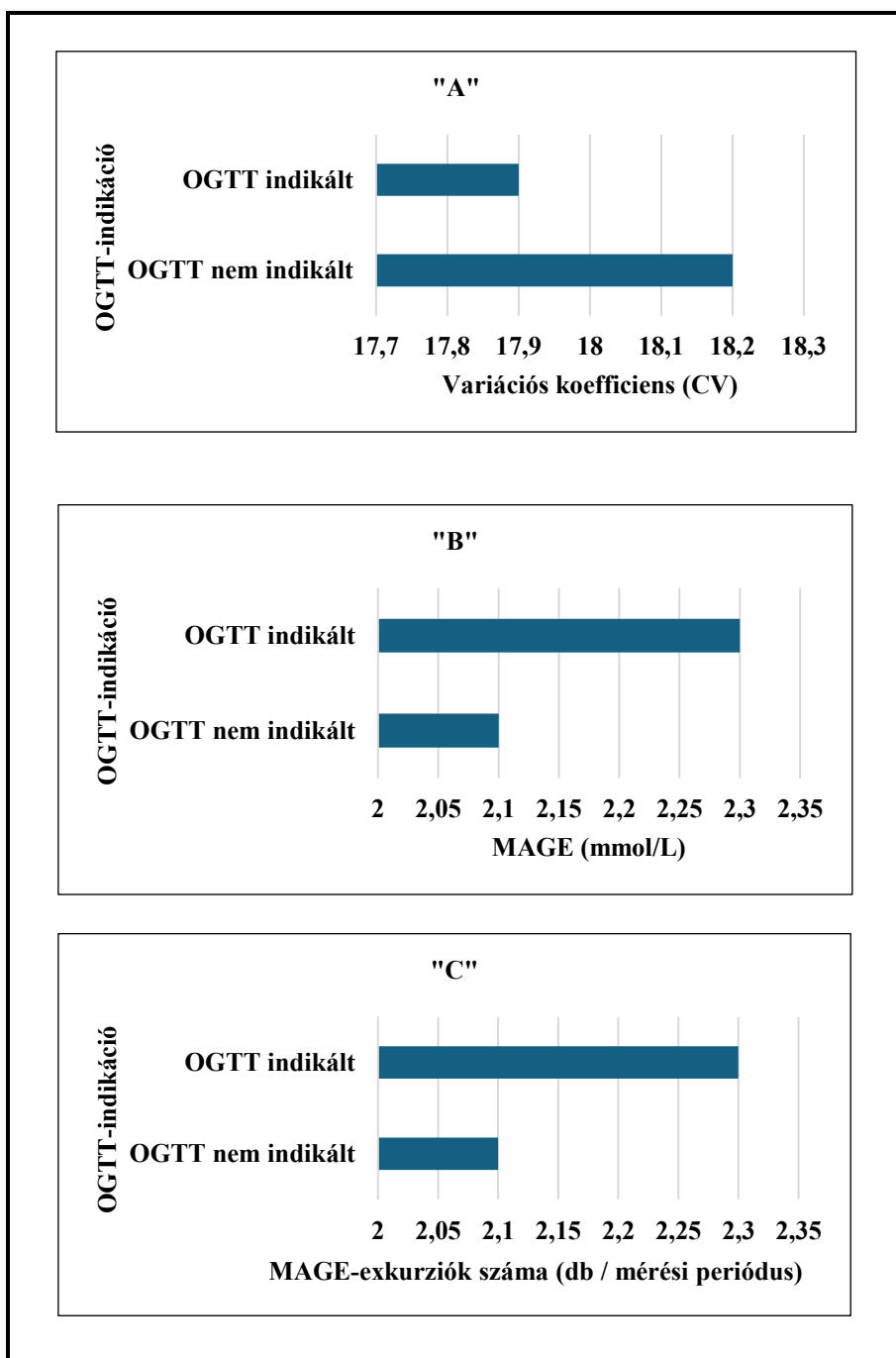
Az OGTT-t igénylő alcsoportban, a további laboratóriumi vizsgálatot nem igénylő alcsoportéhoz képest, enyhén magasabb átlagos szöveti glükózérték (6,2 mmol/L, illetve 6,0 mmol/L) és GMI-érték (6,0%, illetve 5,9%) volt megfigyelhető, amelyet a 32. ábra szemléltet.



32. ábra: Az átlagos szöveti glükózérték és a GMI alakulása OGTT-indikáció szerint (n = 30)

(Forrás: szerző saját szerkesztése)

A glikémiás variabilitást jellemző variációs együttható az OGTT-indikált csoportban enyhén alacsonyabb értéket mutatott (17,9%), míg az OGTT-indikációval nem rendelkező csoportban 18,2% volt. A MAGE-értékek magasabb glikémiás kilengéseket jeleztek az OGTT-t igénylő csoportban, ami a rövid távú glükóz-ingadozások nagyobb amplitúdójának irányába mutató különbséget jelez. A különbség a 33. ábrán szemléletesen is megfigyelhető.

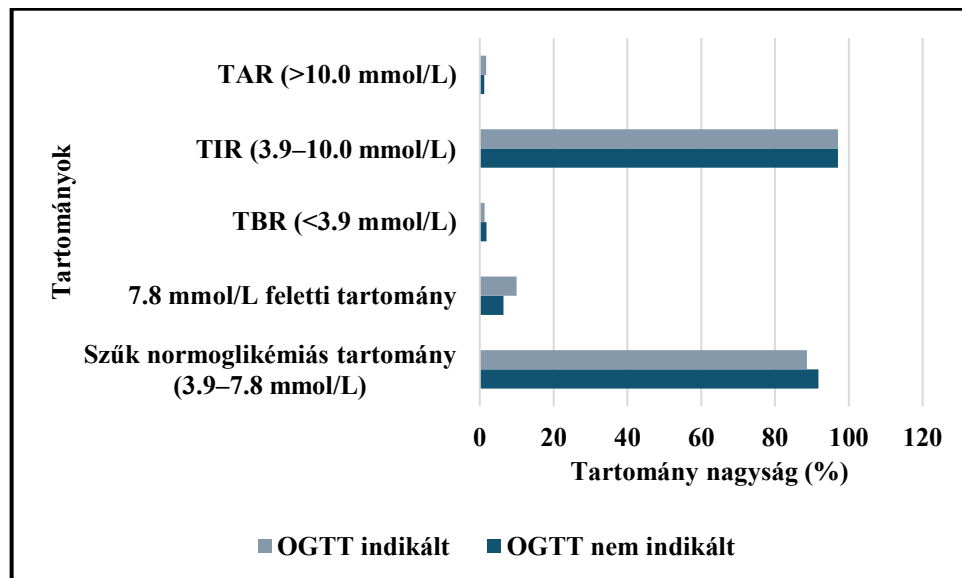


33. ábra: Glikémiás variabilitás különböző aspektusainak alakulása az OGTT-indikáció szerint (n = 30)
 Megjegyzés: „A”: Variációs koefficiens (CV), „B”: A glikémiás kilengések amplitúdóját jellemző MAGE, valamint „C”: A MAGE-exkurziók száma. Az értékek a teljes, értékelhető CGMS-mérési periódus alapján kerültek meghatározásra.
 (Forrás: szerző saját szerkesztése.)

A standard céltartományban (TIR: 3,9–10,0 mmol/L) eltöltött idő mindkét alcsoportban magas arányt képviselt. A szűk normoglikémiás tartományban (3,9–7,8 mmol/L) eltöltött idő az OGTT-t igénylő alcsoportban alacsonyabb arányt mutatott (88,7%, illetve 91,8%). A standard hiperglikémiás tartományban (> 10,0 mmol/L) eltöltött idő mindkét alcsoportban alacsony maradt (1,8%, illetve 1,3%). A 7,8 mmol/L feletti glükóztartományban eltöltött idő aránya az OGTT-indikált csoportban magasabb volt (10,0%, illetve 6,4%). A hipoglikémiás

tartományban ($< 3,9$ mmol/L) eltöltött idő aránya minimális értékeket mutatott mindkét alcsoportban.

A tartományok eloszlását az OGTT-indikáció függvényében a 34. ábra szemlélteti.



34. ábra: A glikémiás tartományokban eltöltött idő átlagának megoszlása az OGTT-indikáció függvényében ($n = 30$)

(Forrás: szerző saját szerkesztése.)

A CGMS-paraméterek OGTT-indikáció szerinti leíró statisztikai jellemzőit az 50. táblázat foglalja össze.

Paraméter	OGTT nem indikált (n = 12)		OGTT indikált (n = 18)	
	Átlag	Szórás, SD	Átlag	Szórás, SD
Átlagos szöveti glükóz (mmol/L)	6,0	0,4	6,2	0,6
GMI (%)	5,9	0,2	6,0	0,2
Variációs koefficiens, CV (%)	18,2	3,5	17,9	2,3
MAGE (mmol/L)	2,1	0,4	2,3	0,4
MAGE-exkurziók száma (db / mérési periódus)	135,7	41,0	152,4	44,1
TAR (> 10,0 mmol/L, %)	1,2	0,8	1,7	2,1
TIR (3,9–10,0 mmol/L, %)	97,1	1,9	97,1	2,3
TBR (< 3,9 mmol/L, %)	1,8	1,2	1,3	0,8
7,8 mmol/L feletti tartomány (%)	6,4	3,9	10,0	9,3
Szűk normoglikémiás tartomány (3,9–7,8 mmol/L, %)	91,8	4,8	88,7	9,1

50. táblázat: CGMS-paraméterek leíró statisztikája az OGTT-indikáció szerint képzett alcsoportokban (n = 30)
Megjegyzés: Az értékek átlag ± szórás (SD) formájában kerülnek megadásra.
(Forrás: szerző saját szerkesztése.)

4.4.5. A CGMS-paraméterek és a laboratóriumi vizsgálati eredmények leíró bemutatása

Az OGTT során mért éhomi és 120 perces plazmaglükóz-értékek, a HbA1c-értékek, valamint a CGMS-paraméterek eltérő időbeli és módszertani dimenziókat reprezentálnak. Az OGTT az aktuális, terheléshez kapcsolódó glükózanyagcsere-állapotot tükrözi, a HbA1c a megelőző 8–12 hét átlagos glikémiás viszonyairól nyújt információt, míg a CGMS a monitorozási időszak teljes glikémiás profilját, valamint a glükózértékek időbeli eloszlását jellemzi.

Az OGTT elvégzésére kizárólag azon résztvevők esetében került sor, akiknél a FINDRISC-pontszám elérte vagy meghaladta a 12 pontot; az OGTT-t nem igénylő alcsoportban terheléses laboratóriumi vizsgálat nem történt. Ennek megfelelően az OGTT során mért glükózértékek kizárólag az OGTT-indikált alcsoport leíró statisztikai jellemzésére szolgáltak. A CGMS-alvizsgálatban 18 fő tartozott az OGTT-indikált alcsoportba, a terheléses vércukorvizsgálat azonban csak 16 résztvevő esetében történt meg. A hiányzó laboratóriumi adatok miatt az OGTT leíró statisztikai elemzése ezen alcsoport csökkent elemszámára (n = 16) vonatkozik. Egy esetben a HbA1c értéke technikai okok miatt nem állt rendelkezésre.

Az éhomi és a 120 perces plazmaglükóz-értékek átlaga a normáltartományon belül helyezkedett el (5,3 és 6,0 mmol/L), ugyanakkor több esetben a normáltartomány felső határához közeli, illetve azt megközelítő értékek (6,0 és 7,8 mmol/L) voltak megfigyelhetők. A HbA1c-értékek átlaga 5,5% volt (n = 15), amely alacsonyabb értéket mutatott, mint az átlagos szöveti glükózértékből számított GMI érték (6,0%; n = 18).

A korábban ismertetett CGMS-adatok alapján a 7,8 mmol/L feletti glükóztartományban eltöltött idő aránya átlagosan 8,6% volt, míg a szűk normoglikémiás tartományban (3,9–7,8 mmol/L) eltöltött idő aránya 90,0%-nak adódott. A glikémiás variabilitást jellemző variációs koefficiens a monitorozási időszak alapján 18,0% volt.

Az OGTT során mért glükózértékek, a HbA1c-értékek és a CGMS-paraméterek leíró statisztikai jellemzőinek bemutatását az 51. táblázat foglalja össze.

Mérési módszer / paraméter	Átlag	Szórás, SD
Éhomi plazma glükózérték (OGTT-0, mmol/L)	5,3	0,8
120 perces plazma glükózérték (OGTT-120, mmol/L)	6,0	2,0
HbA1c (%)	5,5	0,8
Átlagos szöveti glükózérték (mmol/L)	6,1	0,5
GMI (%)	6,0	0,2
7.8 mmol/L feletti tartomány (%)	7,8	6,0
Szűk normoglikémiás tartomány (3,9–7,8 mmol/L, %)	91,0	6,0
Variációs koefficiens, CGMS-CV (%)	17,3	1,9
MAGE (mmol/L)	2,2	0,4
MAGE-exkurziók száma (db / mérési periódus)	154,4	45,5

51. táblázat: A laboratóriumi vizsgálati eredmények és a CGMS-paraméterek leíró statisztikai jellemzői (n=16)
Megjegyzés: HbA1c-érték egy esetben nem állt rendelkezésre (n = 15).
(Forrás: szerző saját szerkesztése.)

4.4.6. A CGMS-paraméterek kapcsolata az OGTT-alapú anyagcsere-kategóriákkal

A CGMS-rendszert alkalmazó alvizsgálatban részt vevő egyének közül 18 esetben volt indokolt az OGTT elvégzése, amely 16 esetben történt meg. A vizsgálat eredményei alapján 13 egyénnél (81,3%) normál szénhidrátanyagcsere-állapot és 3 fő esetében szénhidrátanyagcsere-zavar igazolódott (2 fő esetében prediabétesz, 1 fő esetében diabétesz).

Az OGTT alapján normál szénhidrátanyagcsere-állapot fennállásakor az átlagos szöveti glükózérték alacsonyabb volt (6,0 mmol/L), mint a szénhidrátanyagcsere-zavart mutató egyéneknél (6,6 mmol/L). A becsült HbA1c-nek megfelelő GMI érték szintén magasabb volt az OGTT alapján eltérést mutató egyéneknél (6,1%), míg a normális anyagcserével rendelkezőknél alacsonyabb értéket mutatott (5,9%).

A standard céltartományban (3,9–10,0 mmol/L) eltöltött idő mindkét OGTT-alapú anyagcsere-állapot esetén magas arányt képviselt. A normál OGTT-eredménnyel rendelkező egyéneknél átlagosan 97,5%, míg a szénhidrátanyagcsere-zavart mutató egyéneknél 95,8% volt.

A szűk normoglikémiás tartományban (3,9–7,8 mmol/L) eltöltött idő az OGTT alapján szénhidrátanyagcsere-zavart mutató egyéneknél alacsonyabb értéket mutatott (84,3%), mint a normál OGTT-eredményű személyeknél (91,6%). Ezzel párhuzamosan a 7,8 mmol/L feletti glükóztartományban eltöltött idő aránya az OGTT alapján szénhidrátanyagcsere-zavart mutató egyéneknél magasabb volt (14,3%), míg az OGTT alapján normális anyagcserével rendelkező résztvevőknél alacsonyabb értéket mutatott (6,3%).

A glikémiás variabilitást jellemző variációs koefficiens értékei az OGTT alapján meghatározott anyagcsere-állapot szerint csak kismértékű eltérést mutattak (17,1%, illetve 18,3%).

Az OGTT alapján meghatározott szénhidrátanyagcsere-állapothoz tartozó CGMS-paraméterek leíró statisztikai jellemzőit az 52. táblázat foglalja össze.

Paraméter	OGTT alapján normál anyagcsere (n = 13)		OGTT alapján prediabétesz/ diabétesz (n = 3)	
	Átlag	Szórás, SD	Átlag	Szórás, SD
Átlagos szöveti glükóz (mmol/L)	6,0	0,4	6,6	0,6
GMI (%)	5,9	0,2	6,1	0,3
TIR (3.9–10.0 mmol/L, %)	97,9	1,3	96,7	1,5
7.8 mmol/L feletti tartomány (%)	6,3	4,6	14,3	8,1
Szűk normoglikémiás tartomány (3.9–7.8 mmol/L, %)	92,5	4,3	84,3	8,5
Variációs koefficiens CV (%)	17,1	2,0	18,3	0,8
MAGE (mmol/L)	2,1	0,4	2,5	0,4
MAGE-exkurziók száma (db / mérési periódus)	164,6	44,0	110,3	19,4

52. táblázat: A CGMS-paraméterek leíró statisztikai jellemzői az OGTT alapján meghatározott szénhidrátanyagcsere-állapot szerint

Megjegyzés: Az OGTT alapján szénhidrátanyagcsere-zavart mutató egyének közé a csökkent glükóztoleranciát és a diabéteszre utaló eltérést mutató esetek tartoztak. OGTT-paraméterek elemszáma n = 16, HbA1c-adatoké n = 15.

(Forrás: szerző saját szerkesztése.)

4.4.7. A CGMS-paraméterek megoszlása a HbA1c-érték alapján képzett anyagcsere-kategóriák szerint

A CGMS-rendszert alkalmazó alvizsgálatban részt vevő egyének közül a HbA1c-meghatározás eredményei alapján 15 esetben állt rendelkezésre értékelhető laboratóriumi adat, ezért az alábbi elemzés a csökkent elemszámú alcsoportokra vonatkozik. A HbA1c-értékek alapján 9 egyén (60,0%) normál szénhidrátanyagcsere-állapotba, míg 6 egyén (40,0%) prediabétesz vagy diabétesz kategóriába volt sorolható.

A HbA1c alapján normál szénhidrátanyagcsere-állapot fennállásakor az átlagos szöveti glükózérték alacsonyabb volt (6,1 mmol/L), mint a HbA1c alapján eltérést mutató egyéneknél (6,3 mmol/L). A becsült HbA1c-nek megfelelő GMI érték a két csoport között közel azonos volt (5,9%, illetve 6,0%), ugyanakkor enyhén magasabb átlagértéket mutatott a prediabétesz vagy diabétesz kategóriába sorolt egyéneknél.

A standard céltartományban (3,9–10,0 mmol/L) eltöltött idő átlaga mindkét HbA1c-alapú anyagcsere-kategóriában magas volt; a normál HbA1c-értékkel rendelkező egyéneknél 97,6%, míg a HbA1c alapján eltérést mutató egyéneknél 97,8% volt.

A szűk normoglikémiás tartományban (3,9–7,8 mmol/L) eltöltött idő a normál HbA1c-értékkel rendelkező egyéneknél 91,6%, míg az eltérést mutató csoportban 89,5% volt. Ezzel összhangban a 7,8 mmol/L feletti glükóztartományban eltöltött idő aránya a normál HbA1c-értékkel rendelkező részvevőknél 7,1%, míg a HbA1c alapján eltérést mutató személyeknél 9,5% volt.

A glikémiás variabilitást jellemző variációs koefficiens értékei a HbA1c-alapú anyagcsere-kategóriák szerint csak kis mértékű különbséget mutattak (16,8% vs. 17,9%).

A HbA1c alapján meghatározott szénhidrátanyagcsere-állapothoz kapcsolódó CGMS-paraméterek leíró statisztikai jellemzőit az 53. táblázat foglalja össze.

Paraméter	HbA1c alapján normál anyagcsere (n = 9)		HbA1c alapján prediabétesz/ diabétesz (n = 6)	
	Átlag	Szórás, SD	Átlag	Szórás, SD
Átlagos szöveti glükóz (mmol/L)	6,0	0,5	6,3	0,4
GMI (%)	5,9	0,2	6,0	0,2
TIR (3,9–10,0 mmol/L, %)	97,6	1,7	97,8	0,8
7,8 mmol/L feletti tartomány (%)	6,8	6,4	10,6	5,5
Szűk normoglikémiás tartomány (3,9–7,8 mmol/L, %)	91,8	6,3	88,4	5,3
Variációs koefficiens, CGMS-CV (%)	17,0	2,2	18,2	1,0
MAGE (mmol/L)	2,1	0,4	2,4	0,5
MAGE-exkurziók száma (db / mérési periódus)	162,8	39,7	134,2	58,9

53. táblázat: A CGMS-paraméterek leíró statisztikai jellemzői a HbA1c érték alapján meghatározott szénhidrátanyagcsere-állapot szerint (n = 15)
(Forrás: szerző saját szerkesztése.)

4.5. A CGMS-technológiával nyert adatok statisztikai elemzése

4.5.1. A CGMS-paraméterek és a FINDRISC-pontszám közötti összefüggések vizsgálata

A FINDRISC-összpontszám és a CGMS-paraméterek közötti összefüggéseket Pearson-féle lineáris, valamint Spearman-féle rangkorrelációs elemzéssel, kétoldali próbával vizsgáltam ($n = 30$).

A FINDRISC-összpontszám gyenge erősségű, statisztikailag szignifikáns pozitív korrelációt mutatott az átlagos szöveti glükózzal ($r = 0,365$; $p = 0,047$) és a GMI-értékkel ($r = 0,383$; $p = 0,037$), illetve gyenge, a statisztikai szignifikancia határán elhelyezkedő pozitív korrelációt mutatott a 7,8 mmol/L feletti tartományban eltöltött idővel ($r = 0,361$; $p = 0,050$). A szűk normoglikémiás tartományban eltöltött idő ($r = -0,316$; $p = 0,089$), a CGMS-CV ($r = 0,031$; $p = 0,872$), a MAGE ($r = 0,331$; $p = 0,074$) és a MAGE-periódusok száma ($r = 0,171$; $p = 0,365$) esetében statisztikailag szignifikáns összefüggés nem volt kimutatható.

A Spearman-féle rangkorreláció eredményei az összefüggések irányát tekintve hasonló képet mutattak; a GMI esetében statisztikailag szignifikáns kapcsolat volt kimutatható ($\rho = 0,369$; $p = 0,045$).

A korrelációs eredmények értelmezésekor figyelembe kell venni a viszonylag kis elemszámot, amely az összefüggések kimutatásának statisztikai erejét korlátozhatja.

A vizsgálatok eredményeit az 54. táblázat tartalmazza.

Változó	Pearson r	p-érték (Pearson)	95% CI (Pearson)	Spearman ρ	p-érték (Spearman)
Átlagos szöveti glükóz	0,365	0,047	0,008 – 0,641	0,332	0,073
GMI	0,383	0,037	0,026 – 0,653	0,369	0,045
7,8 mmol/L feletti tartomány	0,361	0,050	0,001 – 0,638	0,262	0,162
Szűk normoglikémiás tartomány (3,9 – 7,8 mmol/L)	-0,316	0,089	-0,600 – 0,050	-0,258	0,169
CGMS-CV	0,031	0,872	-0,333 – 0,387	0,082	0,668
MAGE	0,331	0,074	-0,033 – 0,618	0,320	0,085
MAGE-exkurziók száma	0,171	0,365	-0,201 – 0,501	0,109	0,565

54. táblázat: A FINDRISC-összpontszám és a CGMS-paraméterek közötti korreláció
($n = 30$)

Forrás: (szerző saját szerkesztése.)

4.5.2. A CGMS-paraméterek FINDRISC-kategóriák szerinti összehasonlítása

A CGMS-paraméterek FINDRISC-kockázati kategóriák szerinti összehasonlítását megelőzően valamennyi vizsgált változó esetében a varianciák homogenitását Levene-próbával ellenőriztem. A Levene-próba egyik vizsgált paraméter esetében sem mutatott statisztikailag szignifikáns különbséget a csoportvarianciák között (minden esetben $p > 0,05$), így a varianciahomogenitás feltétele teljesült.

A Levene-próba részletes eredményeit az 55. táblázat tartalmazza.

Vizsgált változó	Szabadságfok (df1)	Szabadságfok (df2)	F-érték	p-érték
Átlagos szöveti glükóz	4	25	1,00	0,428
GMI	4	25	1,16	0,354
7,8 mmol/L feletti tartomány	4	25	2,27	0,090
Szűk normoglikémiás tartomány (3,9–7,8 mmol/L)	4	25	1,93	0,137
CGMS-CV	4	25	1,36	0,276
MAGE	4	25	1,92	0,138
MAGE-exkurziók száma	4	25	2,47	0,071

55. táblázat: A CGMS-paraméterek varianciáinak vizsgálata Levene-próbával a FINDRISC-kockázati kategóriák szerint ($n = 30$)
(Forrás: szerző saját szerkesztése.)

Az összehasonlítás során — a kis elemszámból fakadó esetleges varianciaeltérések torzító hatásának csökkentése érdekében — Brown–Forsythe korrekcióval végzett egyutas varianciaanalízist alkalmaztam. Az elemzés egyik vizsgált CGMS-paraméter esetében sem mutatott statisztikailag szignifikáns különbséget a FINDRISC-kockázati kategóriák között (minden esetben $p > 0,05$).

Statisztikailag szignifikáns különbség nem volt kimutatható az átlagos szöveti glükóz ($F = 0,85$; $p = 0,509$), a GMI ($F = 0,89$; $p = 0,487$), a 7,8 mmol/L feletti tartományban eltöltött idő ($F = 0,89$; $p = 0,496$), a szűk normoglikémiás tartományban eltöltött idő ($F = 0,74$; $p = 0,583$), a CGMS-CV ($F = 0,14$; $p = 0,965$), a MAGE ($F = 0,92$; $p = 0,469$), valamint a MAGE-exkurziók száma ($F = 0,37$; $p = 0,827$) esetében.

Az elemzés részletes eredményeit az 56. táblázat tartalmazza.

Vizsgált változó	Szabadságfok (df1)	Szabadságfok (df2)	F-érték	p-érték
Átlagos szöveti glükóz	4	20,800	0,85	0,509
GMI	4	20,720	0,89	0,487
7,8 mmol/L feletti tartomány	4	12,767	0,89	0,496
Szűk normoglikémiás tartomány (3,9–7,8 mmol/L)	4	14,018	0,74	0,583
CGMS-CV	4	19,226	0,14	0,965
MAGE	4	21,211	0,92	0,469
MAGE-exkurziók száma	4	16,780	0,37	0,827

56. táblázat: A CGMS-paraméterek összehasonlítása FINDRISC-kockázati kategóriák szerint (Brown–Forsythe korrigált egyutas varianciaanalízis, $n = 30$)
(Forrás: saját szerkesztés.)

A statisztikailag szignifikáns különbségek hiánya részben a kis csoportlétszámokkal és az ebből fakadó korlátozott statisztikai erővel magyarázható.

4.5.3. A CGMS-paraméterek összehasonlítása az OGTT-indikáció alapján

A CGMS-paraméterek OGTT-indikáció (FINDRISC- összpontszám < 12 , illetve ≥ 12 pont) alapján képzett alcsoportok szerinti összehasonlítása előtt a varianciák homogenitását Levene-próbával ellenőriztem. A vizsgálat nem mutatott szignifikáns különbséget a csoportok varianciái között az átlagos szöveti glükózérték ($F = 3,66$; $p = 0,066$), a GMI ($F = 4,07$; $p = 0,053$), a szűk normoglikémiás tartományban eltöltött idő ($F = 2,97$; $p = 0,096$), a CGMS-CV ($F = 1,10$; $p = 0,304$), a MAGE ($F = 1,63$; $p = 0,212$) és a MAGE-exkurziók száma ($F = 0,58$; $p = 0,454$) esetében. Ezek alapján a varianciahomogenitás feltétele teljesült. Ezeknél a változóknál Student-féle független mintás t-próbát alkalmaztam.

A 7,8 mmol/L feletti glükóztartományban eltöltött idő esetén az OGTT-indikáció alapján képzett alcsoportok között a Levene-próba eredménye alapján szignifikáns eltérés mutatkozott ($F = 4,98$; $p = 0,034$), ezért a Welch-korrektúrával végzett t-próba eredményét vettem figyelembe.

A varianciahomogenitás vizsgálatának részletes eredményeit a 57. táblázat szemlélteti.

Vizsgált változó	Szabadságfok (df1)	Szabadságfok (df2)	F-érték	p-érték
Átlagos szöveti glükóz	1	28	3,66	0,066
GMI	1	28	4,07	0,053
7,8 mmol/L feletti tartomány	1	28	4,98	0,034
Szűk normoglikémiás tartomány (3,9–7,8 mmol/L)	1	28	2,97	0,096
CGMS-CV	1	28	1,10	0,304
MAGE	1	28	1,63	0,212
MAGE-exkurziók száma (db / mérési periódus)	1	28	0,58	0,454

57. táblázat: A CGMS-paraméterek varianciáinak vizsgálata Levene-próbával az OGTT-indikáció alapján képzett alcsoportok szerint (n = 30)
(Forrás: szerző saját szerkesztése.)

A független mintás t-próba eredménye alapján az átlagos szöveti glükózérték ($t(28) = 1,49$; $p = 0,148$; Cohen-féle $d = 0,56$), a GMI ($t(28) = 1,50$; $p = 0,144$; Cohen-féle $d = 0,56$), a szűk normoglikémiás tartományban (3,9–7,8 mmol/L) eltöltött idő ($t(28) = -1,09$; $p = 0,286$; Cohen-féle $d = -0,41$), a CGMS-CV ($t(28) = -0,28$; $p = 0,779$; Cohen-féle $d = -0,11$), a MAGE ($t(28) = 1,02$; $p = 0,319$; Cohen-féle $d = 0,38$) és a MAGE-exkurziók száma ($t(28) = 1,05$; $p = 0,303$; Cohen-féle $d = 0,39$) esetében a két alcsoport között statisztikailag szignifikáns különbség nem volt kimutatható ($p > 0,05$).

A 7,8 mmol/L feletti glükóztartományban eltöltött idő esetében a varianciák heterogenitása miatt Welch-korrekcióval végzett t-próbát alkalmaztam, amely szintén nem mutatott statisztikailag szignifikáns különbséget a két alcsoport között ($t(24,70) = 1,48$; $p = 0,153$; Cohen-féle $d = 0,51$).

A csoportok közötti különbségek vizsgálatára alkalmazott független mintás t-próba eredményeit a 58. táblázat foglalja össze.

Vizsgált változó (alkalmazott t-próba)	Szabadságfok (df)	t-érték	p-érték	Cohen-féle <i>d</i>
Átlagos szöveti glükóz (Student-féle)	28	1,49	0,148	0,56
GMI (Student-féle)	28	1,50	0,144	0,56
7,8 mmol/L feletti tartomány (Welch-korrigált)	24,70	1,48	0,153	0,51
Szűk normoglikémiás tartomány (3,9–7,8 mmol/L; Student-féle)	28	-1,09	0,286	-0,41
CGMS-CV (Student-féle)	28	-0,28	0,779	-0,11
MAGE (Student-féle)	28	1,02	0,319	0,38
MAGE-exkurziók száma (db / mérési periódus; Student-féle)	28	1,05	0,303	0,39

58. táblázat: A CGMS-paraméterek összehasonlítása az OGTT-indikáció alapján képzett alcsoportok között (független mintás t-próba, $n = 30$)
(Forrás: szerző saját szerkesztése.)

Az eredmények alapján az OGTT-indikáció szerinti csoportképzés önmagában nem járt együtt szignifikáns különbséggel a vizsgált CGMS-paraméterek tekintetében.

4.5.4. A CGMS-paraméterek és a laboratóriumi eredmények (OGTT, HbA1c) közötti összefüggések vizsgálata

A CGMS-ből származtatott paraméterek és a laboratóriumi vizsgálati eredmények (OGTT során mért éhomi és 120 perces plazmaglükózértékek, illetve a HbA1c) közötti összefüggések vizsgálata céljából korrelációs elemzéseket végeztem. A változók közötti kapcsolatokat Pearson-féle lineáris és Spearman-féle rangkorrelációval értékeltem.

Az OGTT során mért 0 és 120 perces plazmaglükózértékek, valamint a CGMS-paraméterek közötti kapcsolat vizsgálata több statisztikailag szignifikáns összefüggést mutatott.

Az OGTT 0 és 120 perces értékei között erős pozitív korreláció volt kimutatható ($r = 0,841$; $p < 0,001$), ami a két mérési pont közötti szoros kapcsolatot jelzi.

Az OGTT-értékek és az átlagos szöveti glükóz között közepes–erős pozitív kapcsolat volt megfigyelhető (OGTT 0 min: $r = 0,675$; $p = 0,004$; OGTT 120 min: $r = 0,690$; $p = 0,003$). Hasonló összefüggés igazolódott a GMI esetében is (OGTT 0 min: $r = 0,667$; $p = 0,005$; OGTT 120 min: $r = 0,660$; $p = 0,005$).

Az időtartomány-alapú paraméterek közül a normoglikémiás tartományban (3,9–7,8 mmol/L) eltöltött idő negatív korrelációt mutatott az OGTT-értékekkel (OGTT 0 min: $r =$

$-0,558$; $p = 0,025$; OGTT 120 min: $r = -0,625$; $p = 0,010$). A hiperglikémiás tartományban ($> 7,8$ mmol/L) eltöltött idő pozitív kapcsolatot jelzett a 120 perces OGTT-értékkel ($r = 0,644$; $p = 0,007$).

A glikémiás variabilitási paraméterek esetében az OGTT-értékekkel való kapcsolat gyenge volt. Sem a CGMS-CV ($r = 0,312$; $p = 0,238$), sem a MAGE ($r = 0,355$; $p = 0,176$), sem a MAGE-exkurziók száma ($r = 0,284$; $p = 0,287$) nem mutatott statisztikailag szignifikáns összefüggést a 120 perces OGTT-értékkel. Ugyanakkor a MAGE és a CGMS-CV között közepes erősségű, statisztikailag szignifikáns pozitív kapcsolat igazolódott ($r = 0,610$; $p = 0,012$), ami arra utal, hogy a két paraméter a glikémiás variabilitás azonos dimenzióját tükrözi.

Az OGTT-eredményekkel kapcsolatos korrelációs elemzés részletes eredményeit, beleértve a Pearson-féle korrelációs együtthatókat, a 95%-os konfidencia-intervallumokat és a p -értékeket, az 59. táblázat foglalja össze.

Változó pár	r -érték	p -érték	95% CI (alsó–felső)
OGTT 0 perc – OGTT 120 perc	0,841	$< 0,001$	0,591 – 0,943
OGTT 0 perc – Átlagos szöveti glükóz	0,675	0,004	0,269 – 0,877
OGTT 120 perc – Átlagos szöveti glükóz	0,690	0,003	0,295 – 0,883
OGTT 0 perc – GMI	0,667	0,005	0,256 – 0,874
OGTT 120 perc – GMI	0,660	0,005	0,251 – 0,872
OGTT 120 perc – 7,8 mmol/L feletti tartomány	0,644	0,007	0,218 – 0,864
OGTT 0 perc – Szűk normoglikémiás tartomány (3,9–7,8 mmol/L)	-0,558	0,025	-0,825 – -0,086
OGTT 120 perc – Szűk normoglikémiás tartomány (3,9–7,8 mmol/L)	-0,625	0,010	-0,856 – -0,187
OGTT 120 perc – GCM-CV	0,312	0,238	-0,223 – 0,705
OGTT 120 perc – MAGE	0,355	0,177	-0,171 – 0,731
OGTT 120 perc – MAGE exkurziók száma	0,284	0,287	-0,250 – 0,684
MAGE – GCM-CV	0,610	0,012	0,164 – 0,849

59. táblázat: A CGMS-paraméterek és az OGTT-eredmények közötti korrelációk (Pearson, $n = 16$)
(Forrás: szerző saját szerkesztése)

A HbA1c nem mutatott statisztikailag szignifikáns korrelációt az átlagos szöveti glükózzal ($r = 0,490$; $p = 0,064$; 95% CI: $-0,030 - 0,801$), a GMI-vel ($r = 0,434$; $p = 0,106$; 95% CI: $-0,100 - 0,774$) és a 7,8 mmol/L feletti tartományban eltöltött idővel ($r = 0,468$; $p = 0,079$; 95% CI: $-0,058 - 0,791$).

A szűk normoglikémiás tartományban (3,9–7,8 mmol/L) eltöltött idő és a HbA1c között mérsékelt, negatív irányú, de nem szignifikáns kapcsolat volt megfigyelhető ($r = -0,451$; $p = 0,091$; 95% CI: $-0,783 - 0,079$).

A HbA1c nem korrelált szignifikánsan a glikémiás variabilitási mutatókkal sem: a CGMS-CV-vel ($r = 0,165$; $p = 0,557$; 95% CI: $-0,380 - 0,624$) és a MAGE-értékkal ($r = 0,357$; $p = 0,191$; 95% CI: $-0,190 - 0,735$). Ugyanakkor a HbA1c és a MAGE-periódusok száma között közepes erősségű, negatív irányú kapcsolat volt megfigyelhető ($r = -0,500$; $p = 0,058$; 95% CI: $-0,808 - 0,016$), amely határérték közeli, de statisztikailag nem szignifikáns kapcsolatot jelzett.

A vizsgálat részletes eredményeit a 60. táblázat foglalja össze.

Változó pár	<i>r</i> -érték	<i>p</i> -érték	95% CI (alsó–felső)
HbA1c – Átlagos szöveti glükóz	0,490	0,064	-0,030 – 0,801
HbA1c – GMI	0,434	0,106	-0,100 – 0,774
HbA1c – 7,8 mmol/L feletti tartomány	0,468	0,079	-0,058 – 0,791
HbA1c – Szűk normoglikémiás tartomány (3,9–7,8 mmol/L)	-0,451	0,091	-0,783 – 0,079
HbA1c – GCM-CV	0,165	0,557	-0,380 – 0,624
HbA1c – MAGE	0,357	0,191	-0,190 – 0,735
HbA1c – MAGE exkurziók száma	-0,500	0,058	-0,808 – 0,016

60. táblázat: A CGMS-paraméterek és a HbA1c-érték közötti korrelációk (Pearson, $n = 15$)
(Forrás: szerző saját szerkesztése)

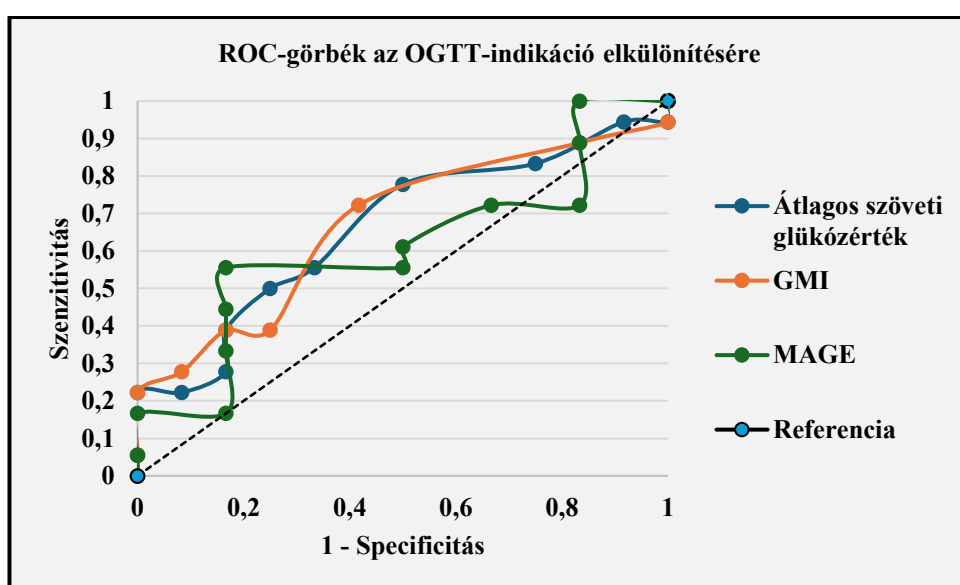
Összességében az OGTT-paraméterek több CGMS-alapú glikémiás mutatóval szorosabb kapcsolatot mutattak, míg a HbA1c elsősorban gyengébb vagy nem szignifikáns összefüggést jelzett a rövid távú glikémiás mintázatokat leíró paraméterekkel.

4.5.5. A CGMS-paraméterek elkülönítő képessége az OGTT-indikáció szerint (ROC-elemzés)

A CGMS-paraméterek OGTT-indikáció (FINDRISC < 12 vagy ≥ 12 pont) szerinti diszkriminációs képességét egyváltozós logisztikus regresszióból származtatott ROC-elemzéssel vizsgáltam ($n = 30$). A pozitív állapotot az OGTT-indikált csoport jelentette. Az egyes CGMS-paraméterekre külön-külön határoztam meg a görbe alatti területet (AUC).

Az átlagos szöveti glükóz mutatta a legkedvezőbb diszkriminációs teljesítményt ($AUC = 0,680$), amely mérsékelt diszkriminációs képességre utal. A GMI hasonló nagyságrendű eredményt mutatott ($AUC = 0,662$). A glikémiás variabilitást jellemző paraméterek közül a MAGE AUC-értéke $0,611$, míg a MAGE-periódusok számáé $0,593$ volt.

A három legkedvezőbb AUC-értéket mutató paraméter ROC-görbéit a 35. ábra szemlélteti. A vizuális összehasonlíthatóság érdekében kizárólag a három legjobb teljesítményt mutató paraméter (átlagos szöveti glükózkoncentráció, GMI és MAGE) került ábrázolásra, mivel a további mutatók AUC-értékei érdemben nem haladták meg a véletlenszerű besorolás szintjét.



35. ábra: A CGMS-paraméterek ROC-görbéi az OGTT-indikáció ($FINDRISC \geq 12$ pont) elkülönítésére ($n = 30$) (Forrás: szerző saját szerkesztése.)

Az időtartomány-alapú mutatók önmagukban gyengébb elkülönítő képességet mutattak: a $7,8$ mmol/L feletti tartományban eltöltött idő AUC-értéke $0,581$ értéket mutatott. A szűk normoglikémiás tartomány esetében a ROC-elemzés során egy fordított változót is képeztem, amely matematikailag a 100% -ból kivont, $3,9$ – $7,8$ mmol/L közötti időtartam arányát jelentette. Bár a ROC-analízis matematikailag irányfüggetlen, az átalakítás célja az volt, hogy az összes vizsgált paraméter esetében a magasabb érték egységesen kedvezőtlenebb glikémiás mintázatot jelezzon. Ezáltal az elkülönítő képesség értelmezése egységesebbé vált. A fordított szűk normoglikémiás tartomány AUC-értéke $0,544$ volt, ami gyenge diszkriminációs teljesítményre utal.

A variációs koefficiens (CGMS-CV) nem mutatott érdemi diszkriminációs képességet ($AUC = 0,514$).

A vizsgálatok eredményeit a 61. táblázat tartalmazza.

CGMS-paraméter	AUC	Értelmezés
Átlagos szöveti glükóz	0,680	Mérsékelt
GMI	0,662	Mérsékelt
7,8 mmol/L feletti tartomány	0,581	Gyenge
Szűk normoglikémiás tartomány (3,9–7,8 mmol/L)	0,586	Gyenge
Fordított szűk normoglikémiás tartomány	0,544	Gyenge
CGMS-CV	0,514	Nincs diszkrimináció
MAGE	0,611	Gyenge–mérsékelt
MAGE-exkurziók száma	0,593	Gyenge

61. táblázat: A CGMS-paraméterek elkülönítő képessége az OGTT-indikáció (FINDRISC ≥ 12 pont) tekintetében ($n = 30$)

Megjegyzés: A görbe alatti terület (Area Under the Curve, AUC) egyváltozós logisztikus regressziós modellekből származtatott ROC-elemzés alapján került meghatározásra. A pozitív állapot az OGTT-indikált (FINDRISC ≥ 12 pont) csoport volt.
(Forrás: szerző saját szerkesztése.)

Az eredmények alapján az egyes CGMS-paraméterek önmagukban legfeljebb mérsékelt diszkriminációs képességet mutattak az OGTT-indikáció tekintetében.

4.6. A CGMS szerepének értékelése a kockázatalapú szűrés tükrében

4.6.1. A CGMS-paraméterek és a FINDRISC-összpontszám közötti összefüggések értelmezése

A korrelációs eredmény gyenge, de statisztikailag szignifikáns pozitív összefüggést mutatott az átlagos szöveti glükózzal, valamint hasonló irányú összefüggés volt megfigyelhető a GMI és a hiperglikémiás tartományban eltöltött idő esetében is. Ezek az eredmények arra utalnak, hogy a magasabb FINDRISC-pontszám a glikémiás profil kedvezőtlenebb irányú eltolódásával járhat együtt, különösen az átlagos glükózszint és a hiperglikémiás expozíció tekintetében.

Ugyanakkor az összefüggések erőssége minden esetben gyenge volt, és a 95%-os konfidencia-intervallumok viszonylag széles tartományt fedtek le, ami a mintanagyság korlátozottságára és az eredmények becslési bizonytalanságára utal. A szűk normoglikémiás tartományban eltöltött idő, a CGMS-CV, a MAGE és a MAGE-exkurziók száma esetében nem igazolódott statisztikailag szignifikáns kapcsolat a FINDRISC-pontszámmal, bár több paraméter esetében irányban hasonló, de statisztikailag nem szignifikáns eltérés volt megfigyelhető.

A Spearman-féle rangkorreláció eredményei hasonló mintázatot mutattak, és nem jeleztek lényegesen erősebb monoton összefüggést. Ez arra utal, hogy az összefüggések hasonló irányúak voltak az alkalmazott korrlációs módszertől függetlenül.

Összességében az eredmények arra utalnak, hogy a FINDRISC-összpontszám elsősorban a krónikus metabolikus kockázatot és az átlagos glikémiás terhelést tükrözi, míg a CGMS a glikémiás szabályozás dinamikus jellemzőinek érzékenyebb leírására alkalmas.

4.6.2. A CGMS-paraméterek FINDRISC-kockázati kategóriák szerinti összehasonlításának értékelése

A CGMS-technológiával nyert paraméterek FINDRISC-kockázati kategóriák szerinti statisztikai elemzése alapján egyik vizsgált változó esetében sem volt kimutatható statisztikailag szignifikáns eltérés a kockázati csoportok között.

Ugyanakkor több paraméter esetében — különösen a hiperglikémiás tartományban eltöltött idő és a MAGE-érték tekintetében — a leíró statisztikai eredmények a magasabb FINDRISC-kategóriák irányába mutató, de statisztikailag nem szignifikáns eltolódást jeleztek. A MAGE-val kapcsolatban egységesen elfogadott normál referenciaérték nem áll rendelkezésre, egészséges populációkban a felső normál határt egyes vizsgálatok megközelítőleg 3,9 mmol/L-ben határozták meg.¹⁷⁵ E referenciaértékek azonban nem tekinthetők univerzálisnak, mivel populációnként, életkoronként és életmódbeli sajátosságok szerint eltérhetnek. Továbbá a MAGE számításának módszertani különbségei is befolyásolhatják az eredmények összehasonlíthatóságát, ezért értelmezése mindig a teljes glikémiás profil klinikai kontextusában javasolt. A jelen vizsgálati populációban mért MAGE-értékek nem haladták meg a 3,9 mmol/L-t (max: 3,1 mmol/L), ami összhangban áll azzal a feltételezéssel, hogy a megfigyelt eltérések inkább finom glikémiás instabilitásra, mintsem kifejezett variabilitásra utalhatnak.

A glikémiás variabilitás értékelése során a MAGE számításának időablaka nem elhanyagolható módszertani tényező, mivel az anyagcsere-terhelés és a napi életmódi tényezők jelentős ingadozást mutathatnak. Korábbi vizsgálatok alapján azonban a 14 napos CGMS alkalmazási időszak bármely 2 napos szakaszában számított MAGE-értékek nem mutattak statisztikailag szignifikáns különbséget, és a 3–4 napos periódusok sem nyújtottak érdemben

¹⁷⁵ ZHOU 2009

több információt. Ez arra utal, hogy a mérési időtartam metodológiai releváns tényező, ugyanakkor standardizálása jelenleg nem teljes körű.¹⁷⁶

A 7,8 mmol/L feletti tartományban eltöltött idő növekedése arra utalhat, hogy a magasabb kockázati kategóriákban már megjelenhet a normoglikémiás tartományból való gyakoribb kilépés. Ezek az eltérések a korlátozott mintanagyság mellett nem értek el statisztikai szignifikanciát, azonban klinikai szempontból értelmezhetők lehetnek, és felvetik annak lehetőségét, hogy nagyobb mintán a glikémiás mintázatok és a kockázati kategóriák között kimutatható kapcsolat állhat fenn.

A jelen eredmények alapján a CGMS-paraméterek FINDRISC-alapú kategorizálás szerinti elkülönítő képessége korlátozottnak bizonyult, ugyanakkor a dinamikus glikémiás profil leíró elemzése kiegészítő információt nyújthat a szénhidrátanyagcsere finom eltéréseinek felismeréséhez.

4.6.3. A CGMS-paraméterek OGTT-indikáció szerinti összehasonlításának értékelése

Az OGTT-indikáció (FINDRISC < 12 vagy ≥ 12 pont) alapján képzett alcsoportok közötti összehasonlítás során nem volt kimutatható statisztikailag szignifikáns különbség sem az átlagos glikémiás mutatók, sem az időtartomány-alapú paraméterek, sem a glikémiás variabilitási mutatók tekintetében.

Ugyanakkor több paraméter esetében közepes nagyságú hatásméret volt megfigyelhető — különösen az átlagos szöveti glükóz és a GMI esetében —, ami arra utalhat, hogy az OGTT-indikációval jellemzett magasabb kockázati csoportban a glikémiás profil kedvezőtlenebb irányú eltolódása figyelhető meg. Ezek az eltérések a jelen mintanagyság mellett nem érték el a statisztikai szignifikancia szintjét, azonban irányuk összhangban áll a kockázati besorolás klinikai logikájával.

A 7,8 mmol/L feletti tartományban eltöltött idő esetében a varianciák heterogenitása miatt alkalmazott Welch-korrekcióval végzett t-próba szintén nem igazolt statisztikailag szignifikáns különbséget a csoportok között. A megfigyelt közepes hatásméret ugyanakkor arra utalhat, hogy a magasabb FINDRISC-pontszámú csoportban gyakoribb lehet a normoglikémiás tartományból való kilépés. Ez klinikai szempontból releváns megfigyelés lehet a szénhidrátanyagcsere korai eltéréseinek értelmezése során, mivel a hiperglikémiás

¹⁷⁶ VERGÈS 2022

tartományban eltöltött idő érzékenyebben tükrözheti a posztprandiális glikémiás változásokat, mint a nyugalmi laboratóriumi paraméterek.

Összességében az OGTT-indikáció szerinti csoportosítás a jelen mintában nem igazolt statisztikailag szignifikáns különbségeket a CGMS-paraméterek tekintetében, ugyanakkor a megfigyelt hatásméreteket és tendenciákat arra utalnak, hogy a CGMS-alapú glikémiás profil részletesebb elemzése hozzájárulhat a kockázati rétegzés finomításához.

4.6.4. A CGMS-paraméterek és a laboratóriumi eredmények (OGTT, HbA1c) összehasonlításának értékelése

Az OGTT során mért 0 és 120 perces plazmaglükózértékek és a CGMS-paraméterek közötti korrelációs elemzés több statisztikailag szignifikáns összefüggést igazolt.

Az OGTT 0 és 120 perces értékei között erős pozitív korreláció volt kimutatható ($r = 0,841$; $p < 0,001$). A 120 perces OGTT-érték szignifikáns pozitív korrelációt mutatott az átlagos szöveti glükózzal ($r = 0,690$; $p = 0,003$) és a GMI-vel ($r = 0,660$; $p = 0,005$). Továbbá a 7,8 mmol/L feletti tartományban eltöltött idővel is szignifikáns korreláció volt megfigyelhető ($r = 0,644$; $p = 0,007$), míg a normoglikémiás tartományban (3,9–7,8 mmol/L) eltöltött idővel szignifikáns negatív irányú korreláció igazolódott ($r = -0,625$; $p = 0,010$). Ezek az eredmények arra utalnak, hogy a kedvezőtlenebb glükóztolerancia magasabb hiperglikémiás expozícióval és rövidebb normoglikémiás tartományban eltöltött idővel járhat együtt.

A HbA1c és a CGMS-paraméterek között az összefüggések gyengébbnek bizonyultak. Bár közepes erősségű pozitív irányú összefüggési tendenciák voltak megfigyelhetők az átlagos szöveti glükózzal ($r = 0,490$; $p = 0,064$) és a 7,8 mmol/L feletti tartományban eltöltött idővel ($r = 0,468$; $p = 0,079$), ezek nem értek el statisztikai szignifikanciát. A glikémiás variabilitási mutatókkal (CGMS-CV, MAGE) nem igazolódott szignifikáns kapcsolat.

Összességében az OGTT-eredmények szorosabb összefüggést mutattak a CGMS-paraméterekkel, mint a HbA1c, ami arra utalhat, hogy a dinamikus glikémiás profil érzékenyebben jelezheti a terheléses glükózanyagcsere-eltéréseket. A HbA1c érték elsősorban a hosszabb távú átlagos glikémiás állapotot tükrözi, és a rövid távú glikémiás mintázatok jellemzésére korlátozottabb információt nyújt.

4.6.5. A CGMS-paraméterek diszkriminációs képessége az OGTT-indikáció szerint (ROC-elemzés)

A CGMS-paraméterek OGTT-indikáció ($\text{FINDRISC} < 12$ vagy ≥ 12 pont) szerinti diszkriminációs képességét egyváltozós logisztikus regresszióból származtatott ROC-elemzéssel vizsgáltam ($n = 30$). A pozitív állapotot az OGTT-indikált csoport jelentette. Az egyes CGMS-paraméterek esetében külön-külön határoztam meg a görbe alatti területet (Area Under the Curve, AUC).

Az átlagos szöveti glükóz mutatta a legmagasabb AUC-értéket ($\text{AUC} = 0,680$), amely mérsékelt diszkriminációs teljesítményre utal. A GMI hasonló AUC-értéket mutatott ($\text{AUC} = 0,662$). A glikémiás variabilitást jellemző paraméterek közül a MAGE AUC-értéke $0,611$, míg a MAGE-exkurziók számáé $0,593$ volt.

A 35. ábra a három legmagasabb AUC-értéket mutató paraméter (átlagos szöveti glükózkoncentráció, GMI és MAGE) ROC-görbéit szemlélteti.

Az időtartomány-alapú mutatók önmagukban gyengébb diszkriminációs teljesítményt mutattak: a $7,8$ mmol/L feletti tartományban eltöltött idő AUC-értéke $0,581$, míg a szűk normoglikémiás tartományé $0,586$ volt. A szűk normoglikémiás tartomány esetében a ROC-elemzés során egy fordított változót is képeztem, amely matematikailag a 100% -ból kivont, $3,9$ – $7,8$ mmol/L közötti időtartam arányát jelentette. A transzformáció célja az értelmezés egységesítése volt, amelynek során minden paraméter esetében a magasabb érték kedvezőtlenebb glikémiás mintázatot jelzett. A fordított szűk normoglikémiás tartomány AUC-értéke $0,544$ volt.

A variációs koefficiens (CGMS-CV) AUC-értéke $0,514$ volt, amely nem haladta meg a véletlenszerű osztályozás szintjét. A ROC-analízis alapján a vizsgált CGMS-paraméterek önmagukban legfeljebb mérsékelt diszkriminációs képességgel rendelkeztek az OGTT-indikáció elkülönítésében.

A jelen eredmények összhangban állnak a szakirodalom azon megfigyeléseivel, amelyek szerint a CGMS hozzájárulhat a metabolikus rizikó finomabb rétegzéséhez, ugyanakkor önmagában nem helyettesíti a validált diagnosztikai eljárásokat. A CGMS szűrési célú alkalmazásának széles körű bevezetéséhez további, nagyobb mintaszámú és prospektív vizsgálatok szükségesek.¹⁷⁷

¹⁷⁷ LIAKAROS 2025

4.7. A 4. hipotézis összegző értékelése és részkövetkeztetései

A 4. hipotézis vizsgálatának fő megállapításai az alábbiakban foglalhatók össze:

- A CGMS a vizsgált hon- és rendvédelmi állományban technikailag és szervezési szempontból egyaránt kivitelezhető volt; a szenzoros adatgyűjtés magas arányban értékelhető adatot eredményezett.
- A FINDRISC-kockázati kategóriák és az OGTT-indikáció szerinti csoport-összehasonlításokban a CGMS-paraméterek között statisztikailag szignifikáns különbség nem volt igazolható (minden esetben $p > 0,05$).
- Az OGTT 0 és 120 perces plazmaglükózértékei szignifikáns pozitív korrelációt mutattak az átlagos szöveti glükózzal ($r = 0,675$; $p = 0,004$; illetve $r = 0,690$; $p = 0,003$), a GMI-vel ($r = 0,667$; $p = 0,005$; illetve $r = 0,660$; $p = 0,005$), valamint a 7,8 mmol/L feletti tartományban eltöltött idő arányával ($r = 0,644$; $p = 0,007$).
- A normoglikémiás tartományban (3,9–7,8 mmol/L) eltöltött idő aránya szignifikáns negatív korrelációt mutatott az OGTT-értékekkel ($r = -0,558$; $p = 0,025$; illetve $r = -0,625$; $p = 0,010$).
- Az egyváltozós ROC-elemzés alapján az átlagos szöveti glükóz (AUC = 0,680) és a GMI (AUC = 0,662) mérsékelt, míg a többi CGMS-paraméter gyenge vagy a véletlenszerű besorolás szintjét meg nem haladó teljesítményt mutatott az OGTT-indikáció tekintetében.

A 4. hipotézis azt feltételezte, hogy a CGMS alkalmazható a magyar védelmi szektorban a szénhidrátanyagcsere-zavar korai kimutatásában, valamint a fokozott kockázatú egyének korai azonosításában.

A vizsgálat eredményei alapján a technológia alkalmazhatósága szervezési és módszertani szempontból megerősítést nyert. A CGMS képes volt a glükózanyagcsere dinamikus jellemzésére, és több paramétere szignifikáns összefüggést mutatott a terheléses glükóztolerancia-értékekkel. Ez arra utal, hogy a módszer potenciálisan alkalmas lehet a glükóztolerancia romlásával párhuzamosan megjelenő, elsősorban posztprandiális jellegű hiperglikémiás expozíció detektálására.

Ugyanakkor a FINDRISC-alapú kockázati kategóriák mentén nem igazolódott statisztikailag szignifikáns elkülönülés a CGMS-paraméterek tekintetében, és az egyes mutatók önálló diszkriminációs teljesítménye legfeljebb mérsékelt volt. Ez azt jelzi, hogy a CGMS a

jelen mintában nem tekinthető önálló szűrőeszköznek a fokozott kockázatú egyének egyértelmű azonosítására.

Fontos módszertani korlát a kis elemszám ($n = 30$, illetve az OGTT-vel vizsgált alcsoporthoz $n = 16$), amely korlátozza az elemzések statisztikai erejét, és csökkenti a kisebb hatásméretű statisztikai kimutathatóságát. Ennek következtében a nem szignifikáns eredmények értelmezése óvatosságot igényel, mivel nagyobb mintán a megfigyelt tendenciák pontosabban megítélhetők lennének.

Összességében a 4. hipotézis részleges megerősítést nyert: a CGMS alkalmazhatósága és a dinamikus anyagcsere-eltérések érzékeny detektálásának lehetősége igazolódott, azonban a fokozott kockázatú egyének önálló, CGMS-alapú diszkriminációja a jelen vizsgálatban nem bizonyult egyértelműnek. Az eredmények alapján a CGMS nem önálló szűrőeszközként, hanem a kockázatalapú, lépcsőzetes szűrési modell kiegészítő elemeként értelmezhető, amely lehetővé teszi a metabolikus profil finomabb és dinamikusabb jellemzését.

ÖSSZEGZETT KÖVETKEZTETÉSEK

Az értekezés egyik alapvető célja annak feltárása volt, hogy a szénhidrátanyagcsere-zavar felismerése milyen életkori mintázatot mutat, valamint milyen diagnosztikai utak mentén történik a felismerés a hon- és rendvédelmi szektorban a civil populációhoz viszonyítva.

A retrospektív, dokumentáció-alapú elemzés a diabetológiai szakellátásba került betegek körében vizsgálta a diagnózishoz vezető körülményeket, különös tekintettel a diagnózishoz vezető laboratóriumi vizsgálatok indikációjára, valamint a diagnóziskori életkor csoportok közötti alakulására.

Az eredmények összességében kettős képet mutattak: a diagnóziskori életkor tekintetében a két fő csoport között nem igazolódott statisztikailag érdemi különbség (további, részletesebb elemzések elvégzése indokolt). Ugyanakkor a diagnosztikai utak megoszlásában szignifikáns, szervezeti eredetű eltérés volt megfigyelhető. A hon- és rendvédelmi állományban nagyobb szerepet kapott az alkalmassági vizsgálatához kapcsolt felismerés, míg a civil csoportban gyakoribb volt a panasz- vagy tünetvezérelt diagnózisfelállítás. Az eredmények arra utalnak, hogy a felismerési mintázatok nem kizárólag biológiai vagy egyéni rizikóprofil-eltérések mentén értelmezhetők, hanem az ellátási és foglalkozás-egészségügyi struktúra mérhető módon befolyásolja a diagnózishoz vezető utakat.

Az értekezés további kiemelt célja annak vizsgálata volt, hogy T2DM-hez társuló krónikus nagyér-szövődmények előfordulása és időbeli megjelenése eltér-e a hon- és rendvédelmi állomány és a civil populáció között. Az elemzés az elsőként dokumentált nagyér-szövődményekre fókuszált, külön vizsgálva azok gyakoriságát, típus szerinti megoszlását, valamint a diagnózis időpontjában fennálló betegségtartamot és életkort. A vizsgálat eredményei összességében kedvezőbb mintázatot mutattak a szolgálati populációban; a nagyér-szövődmények dokumentált előfordulása alacsonyabb volt, és az elsőként dokumentált szövődmények hosszabb betegségtartamot követően kerültek felismerésre, mint a civil csoportban.

Az eredmények értelmezése túlmutat a pusztán biológiai kockázati különbségek feltételezésén. Rámutat arra, hogy a foglalkozás-egészségügyi környezet strukturális sajátosságai — különösen a rendszeres alkalmassági ellenőrzés, a szolgálati megfeleléshez kötött szelekció, valamint az ellátási és dokumentációs gyakorlat — érdemben befolyásolhatják a krónikus szív- és érrendszeri kimenetek megjelenését és észlelését. Ennek megfelelően az értekezés eredményei a hon- és rendvédelmi szektor diabetológiai

gondozásának értékeléséhez nemcsak klinikai, hanem ellátásszervezési és szolgálategészségügyi szempontból is értelmezési keretet adnak. Emellett kijelölik a strukturált prevenció és utánkövetés fejlesztésének lehetséges irányait a szolgálati populációban.

Az értekezés harmadik célkitűzése a kockázatalapú, lépcsőzetes szűrés gyakorlati alkalmazhatóságának vizsgálata volt a hon- és rendvédelmi állomány körében. A 40 év feletti, ismert szénhidrátanyagcsere-zavarban nem szenvedő dolgozók körében alkalmazott FINDRISC-kérdőív alapján a résztvevők mintegy egyharmada került a további kivizsgálást indokló kockázati kategóriába (≥ 12 pont). Ez az arány a metabolikus kockázati terhelés érdemi jelenlétére utal ebben a populációban. A célzott OGTT-vel kivizsgált alcsoportban klinikailag releváns diagnosztikus hozam volt kimutatható. Az OGTT-eredmény több esetben azonosított csökkent glükóztoleranciát, illetve korábban nem ismert diabéteszt, vagyis olyan eltéréseket, amelyek nyugalmi paraméterek alapján nagy valószínűséggel nem kerültek volna felismerésre. A HbA1c és az OGTT-eredmények közötti eltérések ugyanakkor megerősítették, hogy a két vizsgálat eltérő anyagcsere-időablakot és eltérő élettani folyamatot tükröz; így a diszkrepanciák nem ellentmondásként, hanem egymást kiegészítő diagnosztikus információként értelmezhetők.

A szűrési modell gyakorlati hatékonyságát ugyanakkor döntően korlátozta a diagnosztikus lánc hiányos megvalósulása. A FINDRISC-kérdőív eredménye alapján OGTT-re irányított személyek kétharmadánál a terheléses teszt a vizsgálati időszakon belül nem történt meg, ami a populációs hozam becslésének konzervatív értelmezését teszi szükségessé. Az eredmények alapján a kockázatalapú kiválasztás szakmailag indokolt, és erőforrás-kímélő megközelítésnek bizonyult a hon- és rendvédelmi rendszerben. Azonban a tényleges prevenció és szolgálategészségügyi nyereség csak akkor realizálható, ha a kivizsgálás szervezési feltételei és a részvételt támogató folyamatok megerősödnek. Az eredmények azt támasztják alá, hogy a szénhidrátanyagcsere-zavar korai azonosítása ebben a szektorban nem kizárólag klinikai kérdés, hanem a foglalkozás-egészségügyi struktúrába ágyazott, szervezési és döntéstámogató feladat is. E feladatok fejlesztése a hosszú távú szolgálatképesség megőrzése és a kardiometabolikus kockázat csökkentése szempontjából egyaránt releváns.

Az értekezés negyedik célkitűzése a CGMS alkalmazhatóságának vizsgálata volt a hon- és rendvédelmi állományban. Az elemzés arra irányult, hogy a szenzortechnológiával nyert glikémiás paraméterek alkalmasak-e a különböző diabétesz-kockázati szintekhez társuló eltérések elkülönítésére, valamint a szénhidrátanyagcsere korai, hagyományos laboratóriumi módszerekkel még nem minden esetben azonosítható zavarainak detektálására.

A vizsgálat eredményei alapján a CGMS-technológia a szolgálati populációban technikailag és szervezési szempontból egyaránt kivitelezhető volt. A dinamikus glikémiás paraméterek — különösen az átlagos szöveti glükózszt, a GMI érték és a hiperglikémiás tartományban eltöltött idő — szignifikáns összefüggést mutattak az OGTT-eredményekkel. Ez arra utal, hogy a módszer érzékenyen tükrözheti a glükóztolerancia romlásával párhuzamos metabolikus változásokat. Ugyanakkor a FINDRISC-kockázati kategóriák között nem volt kimutatható statisztikailag szignifikáns eltérés, és az egyes CGMS-paraméterek önálló diszkriminációs teljesítménye mérsékeltnak bizonyult.

Az eredmények alapján a CGMS önálló szűrőeszközként nem tekinthető alkalmazhatónak, ugyanakkor kiegészítő, finomító diagnosztikus módszerként hozzájárulhat a korai anyagcsere-eltérések részletesebb jellemzéséhez. A technológia elsősorban a kockázatalapú, lépcsőzetes szűrési modell második vizsgálati szintjén értelmezhető, ahol a dinamikus glikémiás mintázatok feltérképezése többletinformációt nyújthat a szolgálati alkalmasság és a hosszú távú kardiometabolikus kockázat értékelésében.

A hipotézisek vizsgálatának eredménye

H.1. Hipotézis: Feltételezem, hogy a diabetológiai gondozásban részesülő hon- és rendvédelmi dolgozók és civil egyének között a szénhidrátanyagcsere-zavar felismerésének jellemzői eltérnek. A hon- és rendvédelmi csoportban a felismerés későbbi életkorban történik, és gyakrabban kapcsolódik alkalmassági vizsgálatához, míg ritkábban panasz- vagy tünetvezérelt kivizsgáláshoz, illetve szövődmények kapcsán történő felismeréshez.

Az 1. hipotézis vizsgálatának eredményei:

Az 1. hipotézis részleges megerősítést nyert. A diabetológiai szakellátásban megjelent betegek körében a hon- és rendvédelmi dolgozók csoportjában a szénhidrátanyagcsere-zavar felismerése nem történik későbbi életkorban a civil csoporthoz képest, ugyanakkor a felismerés túlnyomórészt szervezeti kötelezettséghez kötött alkalmassági vizsgálatokhoz kapcsolódik. Nem zárható ki, hogy a hon- és rendvédelmi rendszer strukturális sajátosságai a felismerés körülményeit befolyásolják. Ugyanakkor a vizsgálati elrendezés nem teszi lehetővé a betegség tényleges kialakulási idejére vonatkozó következtetések levonását.

1.a. A felismerés életkora

A vizsgált populációban ($n = 4820$ fő) a diagnóziskori életkor 4808 esetben volt meghatározható. A hon- és rendvédelmi és a civil csoport átlagéletkora gyakorlatilag azonosnak bizonyult. A hon- és rendvédelmi csoportban 53,2 év ($SD = 11,40$ év; $n = 2234$), míg a civil csoportban 52,8 év ($SD = 12,1$ év; $n = 2574$) volt. A két csoport összehasonlítására alkalmazott független mintás t-próba — a varianciák eltérése miatt Welch-korrekciónal — nem mutatott statisztikailag szignifikáns különbséget a diagnóziskori életkor tekintetében ($t = -1,12$; $p = 0,262$). A különbség hatásmérete elhanyagolhatónak bizonyult (Cohen-féle $d \approx 0,03$). A varianciahomogenitás Brown–Forsythe-próbával végzett vizsgálata szignifikáns varianciakülönbséget jelzett ($p = 0,002$), azonban ennek figyelembevételével alkalmazott Welch-féle eljárás mellett is fennmaradt a nem szignifikáns eredmény.

Következtetés: a vizsgálat alapján az 1. hipotézis életkorra vonatkozó állítása nem nyert megerősítést, azaz a szénhidrátanyagcsere-zavar felismerése a hon- és rendvédelmi szektor dolgozói körében nem történik későbbi életkorban a civil csoporthoz képest. A hipotézis mögötti feltételezés szerint a hon- és rendvédelmi szektor strukturális sajátosságai — így a rendszeres egészségügyi kontroll, a fizikai alkalmasság követelményei és az életmód-befolyásoló programok — potenciálisan védő hatást gyakorolhatnak a metabolikus állapot

alakulására, ami a betegség későbbi megjelenését és felismerését valószínűsítene. Az eredmények azonban arra utalnak, hogy a strukturális tényezők a gyakorlatban nem járnak együtt a felismerési életkor eltolódásával. Illetve a rendszeres egészségügyi ellenőrzés jelen formájában nem párosul széles körű, rizikóalapú prevenciós szűrési gyakorlattal.

1.b. A felismeréshez vezető diagnosztikai utak

A vizsgált populációban ($n = 4820$ fő) a diagnosztikai körülmény 4280 esetben volt rekonstruálható. Az értékelhető érvényes esetek elemzése alapján a hon- és rendvédelmi és a civil csoport között a diagnosztikai utak megoszlása statisztikailag szignifikáns eltérést mutatott ($\chi^2(4) = 90,14$; $p < 0,001$; $n = 4280$). Az összefüggés erősségét jelző Cramér-féle V érték ($V = 0,145$) kismértékű–mérsékelt erősségű asszociációt jelez.

A hon- és rendvédelmi csoportban a felismerés gyakrabban kapcsolódott egészségügyi alkalmassági vizsgálathoz (12,8%), mint a civil csoportban (5,3%). Ezzel szemben a panaszok vagy tünetek miatt indított kivizsgálás a civil csoportban fordult elő nagyobb arányban (20,0%), míg a hon- és rendvédelmi csoportban ennek aránya alacsonyabb volt (14,7%). A „szövődmény miatti” felismerés mindkét csoportban alacsony arányban fordult elő: a civil 2,0%-ban, míg a hon- és rendvédelmi csoportban 1,20%-ban. A célzott, rizikófaktor-alapú szűrés szerepe valamennyi vizsgált csoportban marginális maradt: a civil csoportban 0,68%-os, míg a hon- és rendvédelmi csoportban 0,43%-os arányt mutatott.

A hiányzó („ismeretlen”) diagnosztikai kategóriák potenciális torzító hatásának vizsgálatára végzett szenzitivitási elemzések alapján az összefüggés többféle feltételezés mellett is fennmaradt. Arányos szétosztás esetén a χ^2 -érték növekedett ($\chi^2(4) = 101,92$; $p < 0,001$), miközben a Cramér-féle V lényegében változatlan maradt ($V = 0,145$). Szélsőérték-besorolások mellett az asszociáció erőssége érzékenyen módosult ($V = 0,058–0,170$), ugyanakkor az összefüggés több feltételezés mellett is statisztikailag szignifikáns maradt ($p \leq 0,003$).

Következtetés: az 1. hipotézis diagnosztikai utakra vonatkozó állítása megerősítést nyert, azaz a hon- és rendvédelmi szektorban a szénhidrátanyagcsere-zavar felismerése elsősorban szervezeti kötelezettséghez kötött alkalmassági vizsgálatokhoz kapcsolódik. Bár ez strukturális előnyt jelenthet a panaszvezérelt diagnosztikával szemben, nem jár együtt a korai, rizikóalapú azonosítás rendszerével. A célzott szűrés alacsony aránya arra utal, hogy a rendszeres egészségügyi kontaktusok nem működnek aktív prevenciós eszközként, és a felismerési

mintázat inkább az ellátási struktúra működési sajátosságait, mintsem a metabolikus kockázat tudatos korai felismerését tükrözi.

H.2. Hipotézis: Feltételezem, hogy a diabetológiai gondozásban részesülő hon- és rendvédelmi dolgozók és civil egyének között különbség mutatkozik a 2-es típusú cukorbetegség krónikus nagyér-szövődményeinek előfordulásában azzal, hogy a hon- és rendvédelmi csoportban a szövődmények alacsonyabb gyakorisággal és hosszabb betegségstartam mellett jelennek meg.

A 2. hipotézis vizsgálatának eredményei:

A 2. hipotézis vizsgálati adatok alapján megerősítést nyert. A hon- és rendvédelmi szervek állományába tartozók körében a 2-es típusú cukorbetegséghez és kórmegelőző állapotaihoz társuló, elsőként dokumentált krónikus nagyér-szövődmények hosszabb betegségstartamot követően és alacsonyabb arányban kerülnek dokumentálásra, mint a civil csoportban. A szövődmények időbeli megjelenése és gyakorisága alapján a hon- és rendvédelmi csoportban későbbi dokumentációs időbeli mintázat volt megfigyelhető, amely statisztikailag is igazolható különbséget mutatott a civil csoporthoz képest.

2.a. A krónikus nagyér-szövődmények dokumentált előfordulása

A szövődmény-státusz szempontjából értékelhető esetek ($n = 4200$) elemzése alapján a krónikus nagyér-szövődmények előfordulása a hon- és rendvédelmi csoportban szignifikánsan alacsonyabb volt (11,6%), mint a civil csoportban (15,7%). A csoporthovatartozás és a szövődmények jelenléte között statisztikailag szignifikáns összefüggés volt kimutatható ($\chi^2 = 14,67$; $p < 0,001$), ugyanakkor a kapcsolat erőssége gyengének bizonyult (Cramer-féle $V = 0,059$). Az esélyhányados alapján a hon- és rendvédelmi állományban a krónikus nagyér-szövődmények dokumentált előfordulásának esélye mintegy 30%-kal alacsonyabb volt a civil csoporthoz viszonyítva ($OR = 0,70$; 95% CI: 0,59–0,83).

Következtetés: a vizsgálat statisztikailag kimutatható, ugyanakkor kis hatásméretű különbséget mutatott a krónikus nagyér-szövődmények előfordulásában a két csoport között, amely alátámasztja a 2. hipotézis gyakoriságra vonatkozó állítását.

2.b. A krónikus nagyér-szövődmények időbeli megjelenése

Az időbeli elemzések alapján a hon- és rendvédelmi csoportban az elsőként dokumentált krónikus nagyér-szövődmény megjelenése szignifikánsan hosszabb betegségtartamot követően történt, mint a civil csoportban (12,1 év vs. 10,4 év; $p = 0,032-0,037$). Emellett a szövődmény diagnosztizálásakor fennálló életkor szintén szignifikánsan magasabb volt a hon- és rendvédelmi állományban (66,3 év vs. 62,7 év; $p < 0,001$). A nemek szerinti elemzések szerint a betegségtartam és a diagnóziskori életkor mindkét populációban eltért nők és férfiak között, azonban sem a betegségtartam, sem az életkor esetében nem igazolódott szignifikáns nem és csoport közötti interakció.

Következtetés: a statisztikai eredmények alátámasztják a 2. hipotézis időbeliségre vonatkozó állítását, vagyis a krónikus nagyér-szövődmények a hon- és rendvédelmi szervek dolgozóinál hosszabb betegségtartamot követően és későbbi életkorban kerülnek dokumentálásra, mint a civil csoportban. Az eredmények arra utalnak, hogy a foglalkozási környezethez kapcsolódó strukturált egészségügyi kontroll potenciálisan védő szerepet tölthet be, amely a krónikus nagyér-szövődmények későbbi megjelenését valószínűsíti, ugyanakkor a retrospektív adatgyűjtés sajátosságai miatt ez elsősorban a szövődmények későbbi észlelésében tükröződik.

H.3. Hipotézis: Igazolni kívánom, hogy a magyar hon- és rendvédelmi szervek cukorbetegségben nem szenvedő állományában a kockázatalapú FINDRISC-kérdőív és az eredménye alapján elvégzett terheléses vércukorvizsgálat alkalmas a fokozott kockázatú, illetve a cukorbetegség kórmegelőző állapotában lévő egyének korai azonosítására.

A 3. hipotézis vizsgálatának eredménye:

A 3. hipotézis a vizsgálat eredményei alapján megerősítést nyert. A $\text{FINDRISC} \geq 12$ pontos küszöbérték mentén alkalmazott kockázatalapú kiválasztás a ténylegesen kivizsgált alcsoportban klinikailag értelmezhető diagnosztikus hozamot mutatott. A laboratóriumi kivizsgálás alacsony megvalósulási aránya azonban a szűrés teljes diagnosztikus hozamát jelentősen befolyásolta.

A $\text{FINDRISC} \geq 12$ pontos küszöbérték alapján a vizsgált állomány ($n = 266$ fő) 34,6%-a ($n = 92$ fő) került további diagnosztikus kivizsgálást indokló kockázati kategóriába. A ténylegesen OGTT-vel kivizsgált alcsoportban ($n = 31$ fő) a kóros szénhidrátanyagcsere-állapotok előfordulása klinikailag releváns arányt mutatott (19,4%; $n = 6$ fő; 95% CI: 7,5–

37,5). Az összpontszám és a terheléses vércukorérték között pozitív irányú, statisztikailag szignifikáns pozitív monoton kapcsolat volt kimutatható (Spearman $\rho = 0,39$; $p = 0,033$), míg az éhomi glükózértékkel nem volt kimutatható statisztikailag szignifikáns kapcsolat. A FINDRISC alapján OGTT-re irányított személyek alacsony megjelenési aránya (33,7%) a szűrés diagnosztikus hozamát érdemben korlátozhatta. A HbA1c és az OGTT-eredmények alapján történt besorolások között több esetben eltérés mutatkozott, ami megerősíti, hogy a két vizsgálat eltérő anyagcsere-időablakot és patofiziológiai folyamatokat tükröz.

H.4. Hipotézis: Feltételezem, hogy a folyamatos szöveti glükóz-monitorozási technológia alkalmas a magyar hon- és rendvédelmi állományban a szénhidrátanyagcsere-zavar korai felismerésére, valamint a cukorbetegség kialakulása szempontjából fokozott kockázatú egyének célzott azonosítására.

A 4. hipotézis vizsgálatának eredményei:

A 4. hipotézis részleges megerősítést nyert. A CGMS a hon- és rendvédelmi állományban technikai és szervezési szempontból kivitelezhetőnek bizonyult, és a dinamikus glikémiás paraméterek szignifikáns összefüggést mutattak a terheléses glükóztolerancia-értékekkel. Ez arra utal, hogy a módszer érzékenyen jelezheti a glükóztolerancia romlásával párhuzamosan megjelenő, elsősorban posztprandiális jellegű hiperglikémiás expozíciót. Ugyanakkor a FINDRISC-alapú kockázati kategóriák mentén a CGMS-paraméterek nem mutattak statisztikailag szignifikáns elkülönülést, és az egyes mutatók önálló diszkriminációs teljesítménye legfeljebb mérsékelt volt. A jelen mintában a CGMS-paraméterek nem bizonyultak önálló szűrőeszköznek a fokozott kockázatú egyének egyértelmű azonosítására. Az eredmények alapján a CGMS a kockázatalapú, lépcsőzetes szűrési modell kiegészítő, a metabolikus profil finomabb jellemzését lehetővé tevő elemeként értelmezhető.

4.a. A CGMS-paraméterek és a kockázati kategóriák kapcsolata

A FINDRISC-összpontszám és az egyes CGMS-paraméterek között gyenge, de bizonyos esetekben statisztikailag szignifikáns pozitív összefüggés volt kimutatható az átlagos szöveti glükóz ($r = 0,365$; $p = 0,047$) és a GMI ($r = 0,383$; $p = 0,037$) tekintetében. A 7,8 mmol/L feletti tartományban eltöltött idő határérték közeli kapcsolatot mutatott ($r = 0,361$; $p = 0,050$). A FINDRISC-kockázati kategóriák szerinti többcsoportos összehasonlítás azonban egyik

CGMS-paraméter esetében sem igazolt statisztikailag szignifikáns különbséget (minden esetben $p > 0,05$).

Következtetés: a CGMS-mel mért glikémiás jellemzők és a kérdőíves kockázati pontszám között kimutatható, de gyenge erősségű kapcsolat áll fenn, ugyanakkor a kockázati kategóriák mentén nem volt igazolható önálló, kategória-alapú elkülönülés.

4.b. A CGMS-paraméterek és az OGTT-alapú anyagcsere-kategóriák összehasonlítása

Az OGTT-értékek és a CGMS-paraméterek között több szignifikáns összefüggés volt kimutatható. Az OGTT 0 és 120 perces plazmaglükózértékei közepes–erős pozitív korrelációt mutattak az átlagos szöveti glükózzal és a GMI-vel, valamint a hiperglikémiás tartományban eltöltött idővel, míg a normoglikémiás tartományban eltöltött idő negatív irányú korrelációt mutatott a terhelési értékekkel.

Az OGTT-indikáció alapján képzett alcsoportok közötti összehasonlítás során azonban a CGMS-paraméterekben statisztikailag szignifikáns különbség nem volt kimutatható (minden esetben $p > 0,05$), bár több paraméter esetében közepes nagyságú hatásméret volt megfigyelhető.

Következtetés: a CGMS-paraméterek érzékenyen tükrözik a glükóztolerancia romlásával párhuzamos dinamikus glikémiás eltéréseket, ugyanakkor önálló diszkriminációs eszközként nem bizonyultak alkalmasnak az OGTT-indikáció egyértelmű elkülönítésére.

4.c. A CGMS-paraméterek diszkriminációs képessége

Az egyváltozós logisztikus regresszióból származtatott ROC-elemzés alapján az átlagos szöveti glükóz (AUC = 0,680) és a GMI (AUC = 0,662) mérsékelt diszkriminációs teljesítményt mutattak az OGTT-indikáció tekintetében, míg a többi vizsgált paraméter gyenge vagy érdemi diszkrimináció nélküli eredményt adott.

Következtetés: a CGMS-paraméterek önmagukban legfeljebb mérsékelt diszkriminációs teljesítményt mutatnak, és nem volt igazolható önálló, kategória-alapú diszkrimináció.

Új tudományos eredmények

1. Elsőként igazoltam, hogy a szénhidrátanyagcsere-zavar felismeréséhez vezető diagnosztikus utak szerkezete szignifikánsan eltér a diabetológiai gondozásban részesülő magyar hon- és rendvédelmi és a civil csoport között. A hon- és rendvédelmi állományban a felismerés döntően kötelező alkalmassági vizsgálatokhoz kapcsolódik, míg a rizikófaktor-alapú célzott szűrés szerepe mindkét csoportban marginális maradt. A felismeréskor fennálló életkor tekintetében nem volt kimutatható különbség a két csoport között.
2. Retrospektív klinikai adatbázison végzett összehasonlító elemzésben elsőként mutattam ki a magyar hon- és rendvédelmi állományban, hogy a T2DM-hez társuló elsőként dokumentált krónikus nagyér-szövődmények előfordulása szignifikánsan alacsonyabb a civil csoporthoz képest képest. Továbbá a hon- és rendvédelmi állományban a szövődmények dokumentálása hosszabb betegségtartamot követően, valamint magasabb életkorban történik.
3. Kimutattam, hogy az első nagyér-szövődmények dokumentálásának időbeli megjelenésének nemek közötti különbségei a magyar hon- és rendvédelmi állomány és a civil csoportban azonos mintázatot mutatnak. A nem és a csoporthovatartozás között sem a betegségtartam, sem a diagnóziskori életkor tekintetében nem volt kimutatható szignifikáns kölcsönhatás.
4. Kimutattam a FINDRISC-alapú, lépcsőzetes kockázatszűrés gyakorlati alkalmazhatóságát a magyar hon- és rendvédelmi állományban, és megállapítottam, hogy a nemzetközileg validált ≥ 12 pontos küszöbérték ebben a speciális populációban is alkalmas a fokozott metabolikus kockázatú egyének szelekciójára. Az önkéntességen alapuló részvételi modell ugyanakkor jelentősen korlátozhatja a szűrés gyakorlati hatékonyságát.
5. Elsőként elemeztem a folyamatos szöveti glükóz-monitorozással nyert dinamikus glikémiás paraméterek és a FINDRISC-, illetve OGTT-alapú kockázati kategóriák kapcsolatát a hon- és rendvédelmi állományban. Az eredmények alapján a CGMS-paraméterek több esetben szignifikáns összefüggést mutattak az OGTT-

eredményekkel, ugyanakkor a kérdőíves kockázati kategóriák mentén nem volt igazolható egyértelmű elkülönülés.

Ajánlások

A vizsgálatok eredményei lehetővé teszik olyan ajánlások megfogalmazását, amelyek a feltárt összefüggések gyakorlati alkalmazását és a további fejlesztés lehetséges irányait jelölik ki.

- **A szénhidrátanyagcsere-zavar felismerését meghatározó szervezeti tényezők szisztematikus figyelembevétele.** Az eredmények igazolják, hogy a felismerési mintázatokat nemcsak egyéni rizikófaktorok, hanem ellátásszervezési és intézményi struktúrák is alakítják, ezért ezek figyelembevétele és integrálása elengedhetetlen a hatékony prevenció megvalósításához.
- **A hon- és rendvédelmi szervezetek egészségügyi alkalmassági vizsgálataiban indokolt a prevenciós szemlélet következetes érvényesítése, rizikófaktor-alapú szakmai protokollok alkalmazásával.** A FINDRISC-kérdőív alapján azonosított fokozott kockázatú, tünetmentes személyek esetében a terheléses vércukorvizsgálat elvégzése javasolt, összhangban a hazai és nemzetközi szakmai ajánlásokkal. A rendszeres alkalmassági vizsgálatok lehetőséget teremtenek a szív- és érrendszeri rizikófaktorok strukturált azonosítására és hosszú távú nyomon követésére, ezáltal hozzájárulva a szolgálatképesség hosszú távú megőrzéséhez.
- **A diagnosztikus folyamat folytonosságának és az utánkövetés egységességének biztosítása.** A kockázatbecslést követő kivizsgálások és kontrollok intézményes szervezése nélkül a korai felismerés populációs szintű hatékonysága érdemben csökken.
- **A szűréshez kapcsolódó célzott intervenciók biztosítása.** A kockázatalapú kiválasztás csak akkor jelent tényleges prevenciós hatást, ha azt strukturált életmód-tanácsadás, orvosi utánkövetés és rendszeres kontroll követi.
- **A csapatorvosi és szakellátási együttműködés erősítése.** A korai felismerés és gondozás hatékonysága egyértelmű beutalási, visszacsatolási és dokumentációs folyamatok meglétét teszi szükségessé.
- **A dinamikus glikémiás monitorozás második vonalbeli alkalmazásának megfontolása.** A CGMS-technológia nem első vonalbeli szűrőeszköz, ugyanakkor a kockázatalapú kiválasztást követően hasznos kiegészítő módszerként alkalmazható a glikémiás

mintázatok részletesebb jellemzésére, a korai anyagcsere-instabilitás felismerésére és a személyre szabott intervenciók támogatására. Indokolt pilotprogramok keretében vizsgálni a technológia célzott, indikációhoz kötött alkalmazásának szervezeti és költséghatékonysági feltételeit.

A kutatási eredmények gyakorlati felhasználhatósága

A vizsgálatok eredményei alapján több, a gyakorlat számára közvetlenül értelmezhető következtetés vonható le, amelyek elsősorban a szénhidrátanyagcsere-zavar korai felismerésének, utánkövetésének és prevenciójának szervezési és ellátásszervezési kérdéseit érintik.

A diagnóziskori életkor tekintetében a hon- és rendvédelmi és a civil populáció között nem volt kimutatható érdemi különbség, ami arra utal, hogy a védelmi szektorban jelenlévő fizikai alkalmassági követelmények, az elvárt aktivitási szint és az életmódbeli tényezők önmagukban nem jelentenek védő tényezőt a szénhidrátanyagcsere-zavar későbbi megjelenésével vagy felismerésével szemben. Ez gyakorlati szempontból azt jelzi, hogy a rendszeres egészségügyi ellenőrzések jelenlegi formájukban nem biztosítanak automatikus előnyt a korai felismerésben, amennyiben nem egészülnek ki strukturált, rizikóalapú prevenciók szemlélettel.

Ennek ellenére a diagnosztikai utak elemzése azt mutatta, hogy a hon- és rendvédelmi állományban a szénhidrátanyagcsere-zavar felismerése nagyobb arányban kapcsolódik szervezett egészségügyi alkalmassági vizsgálatokhoz, míg a civil populációban gyakoribb a panasz- vagy tünetvezérelt kivizsgálás. Ez a felismerési mintázat arra utal, hogy a védelmi szektorban rendelkezésre áll egy olyan intézményesített keretrendszer, amely alkalmas lehet a korai felismerés támogatására, ugyanakkor a jelenlegi gyakorlat ezt a potenciált csak részben használja ki. A rizikófaktor-alapú szűrés alacsony dokumentált aránya mindkét populációban azt jelzi, hogy a szénhidrátanyagcsere-zavar felismerése döntően nem preventív logika mentén történik. Ennek következtében a korai felismerés sok esetben más ellátási folyamatokhoz kapcsolódó járulékos leletként valósul meg, nem pedig célzott szűrés eredményeként.

A krónikus nagyér-szövődeményekkel kapcsolatos eredmények elsősorban a szolgálategészségügyi gyakorlat értékeléséhez és fejlesztéséhez nyújtanak támpontot. A hon- és rendvédelmi populációban megfigyelt alacsonyabb előfordulási gyakoriság és későbbi felismerés arra utal, hogy a rendszeres egészségügyi ellenőrzések és az alkalmassági rendszer kedvezően befolyásolhatják a diabéteszhez társuló kardiovaszkuláris kimenetek időbeli alakulását. Ez a megfigyelés alátámasztja a strukturált kontroll szerepét a munkaképesség és szolgálatképesség hosszabb távú megőrzésében. Ugyanakkor az eredmények arra is rámutatnak, hogy a kedvezőbb lefolyási mintázat nem kizárólag preventív beavatkozások következménye, hanem részben szelekciós hatásokkal és az ellátási-utánkövetési

sajátosságokkal is összefügghet. Ennek megfelelően a kutatási eredmények felhasználhatók az utánkövetési gyakorlat egységesítésére, a gondozásból kieső betegek azonosítására, valamint a nagyér-szövődmények dokumentálásának és monitorozásának standardizálására.

A kockázatalapú, lépcsőzetes szűrés vizsgálata azt mutatta, hogy a FINDRISC-kérdőív jól illeszthető a hon- és rendvédelmi foglalkozás-egészségügyi keretekhez, és alkalmas a fokozott metabolikus kockázatú személyek elkülönítésére. A célzott OGTT-vel kivizsgált alcsoportban megfigyelt klinikailag releváns diagnosztikus hozam alátámasztja a módszer szakmai indokoltságát. Ugyanakkor a diagnosztikus folyamat megszakadása – az OGTT alacsony megjelenési aránya – rámutat arra, hogy a szűrés tényleges prevenció haszna döntően szervezési és ellátásszervezési tényezőkön múlik. A HbA1c- és OGTT-eredmények közötti eltérések felhívják a figyelmet az egyetlen laborparaméterre épülő szűrés korlátaira. Az eredmények alapján a kombinált, kockázatbecslésen és terheléses vizsgálaton alapuló megközelítés biztosíthatja a legnagyobb diagnosztikus biztonságot a korai felismerésben.

A CGMS alkalmazása új értékelési lehetőséget teremtett a hon- és rendvédelmi szektor metabolikus kockázatértékelésében. Az eredmények azt mutatták, hogy a technológia alkalmazása szervezési és együttműködési szempontból kivitelezhető a szolgálati populációban, és a dinamikus glikémiás paraméterek szignifikáns összefüggést mutattak a terheléses glükóztolerancia-értékekkel. Ez arra utal, hogy a módszer érzékenyen jelzi a glükóztolerancia romlásával párhuzamos anyagcsere-eltolódásokat, különösen a hiperglikémiás expozíció és az átlagos glikémiás terhelés tekintetében.

Ugyanakkor a CGMS-paraméterek önálló szűrőeszközként nem mutattak egyértelmű elkülönítő teljesítményt a FINDRISC-alapú kockázati kategóriák mentén, és az OGTT-indikáció szerinti ROC-elemzésben is legfeljebb mérsékelt diszkriminációs képességet jeleztek. Ennek megfelelően a szenzortechnológia nem első vonalbeli szűrőeszközként, hanem a kockázatalapú kiválasztást követő második lépcsőben értelmezhető. A dinamikus glikémiás profil részletes jellemzése hozzájárulhat a szolgálati alkalmasság megítélésének pontosításához, a korai anyagcsere-instabilitás felismeréséhez és a célzott életmód- és gondozási intervenciók személyre szabásához.

Összességében a kutatás eredményei arra utalnak, hogy a hon- és rendvédelmi szektor strukturált egészségügyi és alkalmassági rendszere nem csupán adminisztratív keret, hanem potenciálisan hatékony prevenció infrastruktúra lehet a szénhidrátanyagcsere-zavar korai felismerésében és a kardiometabolikus kockázat csökkentésében. A jelen eredmények

ugyanakkor azt is jelzik, hogy e rendszer prevenciós kapacitása jelenleg nem teljes mértékben kihasznált. A korai azonosítás és a hosszú távú szolgálatképesség megőrzése nem kizárólag klinikai kérdés, hanem szervezési, döntéstámogatási és egészségpolitikai feladat is. A kockázatalapú szűrés, a terheléses vizsgálat és a dinamikus glikémiás monitorozás integrált alkalmazása lehetőséget teremthet egy előrejelző szemléletű modell kialakítására, amely a metabolikus eltérések felismerését nem a szövődmények megjelenéséhez, hanem a korai, még reverzibilis stádiumokhoz köti.

Az eredmények egyúttal összehasonlítási és adaptációs alapot kínálnak a civil ellátórendszer számára, különösen a strukturált utánkövetés, a szervezett szűrés és a kimenetel-monitorozás fejlesztése terén.

Jövőbeli kutatási irányok

Az elvégzett vizsgálatok eredményei több olyan kérdést vetnek fel, amelyek további, célzott kutatások keretében vizsgálhatók, és amelyek hozzájárulhatnak a szénhidrátanyagcsere-zavarok felismerésének és megelőzésének pontosabb megértéséhez.

- **Prospektív, strukturált adatgyűjtésen alapuló vizsgálatok indítása.** A retrospektív elemzések korlátainak csökkentése érdekében indokolt olyan prospektív kutatások tervezése, amelyekben a cukorbetegséghez vezető betegutak, valamint a krónikus nagyér-szövődmények definíciója, dokumentálása és időzítése előre rögzített, egységes protokoll szerint történik.
- **Szervezeti és munkakörnyezeti tényezők szerepének mélyebb elemzése.** Indokolt a munkarend, a szolgálati terhelés, a műszakos munkavégzés és a pszichoszociális terhelés hatásának vizsgálata a szénhidrátanyagcsere-zavar kialakulása, felismerése és lefolyása szempontjából.
- **Digitális egészségügyi adatok és döntéstámogató rendszerek alkalmazhatóságának vizsgálata.** A jövőbeni kutatásokban célszerű elemezni, hogy az elektronikus egészségügyi nyilvántartások és adatbázisok integrált felhasználása miként támogathatja a metabolikus kockázat korai azonosítását és a célzott szűrési stratégiák kialakítását.
- **Szelekciós hatások és az egészséges munkavállalói hatás kvantitatív vizsgálata.** A hon- és rendvédelmi populációban megfigyelt kedvezőbb kimenetek értelmezéséhez szükséges lehet a szolgálatból történő kilépés, a státuszváltozás és az ellátórendszer-váltás hatásának figyelembevétele.
- **A szolgálati és civil ellátási utak összehasonlító elemzése integrált kardiometabolikus szemlélettel.** A jövőbeni kutatásokban indokolt lehet a krónikus nagyér-szövődmények megjelenését nem izolált eseményként, hanem a teljes kardiometabolikus rizikóprofil (vérnyomás, lipidparaméterek, testsúly, dohányzás) hosszú távú alakulásával összefüggésben vizsgálni.
- **Dinamikus glikémiás monitorozás prediktív értékének vizsgálata nagyobb mintán.** Szükséges lehet annak prospektív vizsgálata, hogy a CGMS-technológiával mért paraméterek hosszú távon előre jelzik-e a prediabétesz vagy a T2DM kialakulását, illetve

javítják-e a kockázati modellek prediktív teljesítményét a hagyományos laborparaméterekhez képest.

- **Költséghatékonysági és implementációs vizsgálatok.** A kockázatalapú, lépcsőzetes szűrés és a dinamikus glikémiás monitorozás integrált alkalmazásának gazdasági és szervezeti hatásait célszerű egészség-gazdaságtani elemzések keretében értékelni.

A felhasznált irodalom jegyzéke

Magyar nyelvű közlemények

1. BORBÉLY Zsuzsanna. (2019): *Egészségmagatartás és mentális egészség – nemi különbségek a munkahelyi stressz megélésében*. Belügyi Szemle. 2019;67(7–8):37–56.
Online: <https://doi.org/10.38146/BSZ.2019.7-8.3>
2. ERDŐS Ákos (2022): *A rendőrök illegális droghasználata*. Belügyi Szemle, 70(2. ksz.), 21–36.
Online: <https://doi.org/10.38146/BSZ.SPEC.2022.2.2>
3. ELEKI, Zoltán (2018). *A katonai fittség átfogó értelmezése a Total Force Fitness program alapján*. Honvédorvos, 70(3–4), 14–21.
Online: <https://doi.org/10.29068/HO.2018.3-4.14-21>
4. FEJES Zsolt et al. (2024): *E-volution a védelem-egészségügyben: A virtuális oktatási és képzési lehetőségek áttekintése*. Honvédorvos, 76(1–2), 61–69.
Online: <https://doi.org/10.29068/HO.2024.1-2.61-69>
5. HEVESI, Judit Ildikó (2023): *A folyamatos szöveti glükózmonitorozó rendszer elérhetősége Magyarországon*. Belügyi Szemle, 71(12), 2207–2222.
Online: <https://doi.org/10.38146/BSZ.2023.12.6>
6. HEVESI Judit Ildikó (2024i): *Egy krónikus betegség hatása a nemzet stabilitására - tények a cukorbetegségről*. Honvédorvos, 73 (3-4): 38-54.
Online: <https://doi.org/10.29068/ho.2024.3-4.36-52>
7. HEVESI Judit Ildikó (2024ii): *A szénhidrát-anyagcsere-állapot jellemzése a folyamatos szöveti glükózmonitorozó rendszer alkalmazása mellett*. Belügyi Szemle, 72(1), 75–88.
Online: <https://doi.org/10.38146/BSZ.2024.1.5>
8. HEVESI Judit Ildikó: (2024iii): *Mesterséges intelligencia alkalmazása a diabetológiában: Innovatív lehetőségek*. Scientia et Securitas, Online ISSN: 2732-2688: 1-8.
Online: <https://doi.org/10.1556/112.2024.00238>
9. HEVESI Judit Ildikó – HAIG Zsolt (2024): *A folyamatos glükózmonitorozó rendszer katonai környezetben való alkalmazhatósága és sebezhetősége*. Hadtudományi Szemle, 17 (2): 85-102.
Online: <https://doi.org/10.32563/hsz.2024.2.8>
10. JERMENDY, György et al. (2019): *Antidiabetikummal kezelt 2-es típusú cukorbetegség epidemiológiai adatai Magyarországon 2016-ban – központi regiszter adatbázisának elemzése*. Diabetologia Hungarica, 2019; 27: 205-211.
Online: <https://dhoneonline.portmed.hu/doi/dh.2019.15>
11. JERMENDY György – WITTMANN István (2022): *A fel nem ismert cukorbetegség gyakorisága - tények, becslések*, Diabetologia Hungarica, 30 (4). pp. 277-283. ISSN 1217-372X
Online: <https://dhoneonline.portmed.hu/doi/dh.2022.19.fulltext.pdf>

12. MOLNÁR, Gergő (2022): *A diabetológiai alapellátás és szakellátás helyzete és jövője*. Diabetologia Hungarica, 30(2), 155–162.
Online: <https://dhoneonline.portmed.hu/doi/dh.2022.5.17.fulltext.pdf>
13. NOVÁK Attila et al. (2016): *A túlsúly és az elhízás mozgásterápiás és étrendi kezelésének lehetősége a Magyar Honvédségben*. Honvédorvos, 2016; 68(1–2): 5–15.
Online: <https://doi.org/10.29068/HO.2016.1-2.5-15>
14. TÁNCZOS Zoltán et al. (2021): *Munkahelyi egészségfejlesztés a rendőrség személyi állományának körében*. Belügyi Szemle, 69(SI3), 32–47.
Online: <https://doi.org/10.38146/BSZ.SPEC.2021.3.2>
15. WINKLER Gábor et al. (2010): *Kockázatalapú diabetezzűrés felnőttek körében: az első hazai vizsgálat eredményei*. Orvosi Hetilap, 151(17), 691–696.

Idegen nyelvű közlemények

1. ANYŹEWSKA, Anna et al. (2022): *Association between Diet, Physical Activity and Nutritional Status of Male Border Guard Officers*. International Journal of Environmental Research and Public Health, 19,9: 5305.
Online: <https://doi.org/10.3390/ijerph19095305>
2. BATTELINO, Tadej et al. (2019): *Clinical targets for continuous glucose monitoring data interpretation: Recommendations from the international consensus on time in range*. Diabetes Care, 42(8), 1593–1603.
Online: <https://doi.org/10.2337/dci19-0028>
3. BEDI, Shireen (2017): *Air Force diabetes prevention program shows promising results*. Air Force Surgeon General Public Affairs. Published, November 14, 2017.
Online: <https://www.wpafb.af.mil/News/Article-Display/Article=1373697/air-force-daibetes-pre-vention-program-shows-promising-results/>
4. BLACK, Paul H. (2006): *Stress and the inflammatory response: a review of neurogenic inflammation*. Brain, Behavior, and Immunity. 2006;20(1):1–9.
Online: [https://doi.org/10.1016/s0889-1591\(02\)00021-1](https://doi.org/10.1016/s0889-1591(02)00021-1)
5. BLUESTONE, Jeffrey A. et al. (2010): *Genetics, pathogenesis and clinical interventions in type 1 diabetes*. Nature, 464(7293), 1293–1300.
Online: <https://doi.org/10.1038/nature08933>
6. BOOPRE, Giorjines et al. (2025): *Muscle, Fat, Bone, and Lungs: Unlocking the Fitness and Health Equation of Firefighters in Porto, Portugal*. Life, 15(3): 334.
Online: <https://doi.org/10.3390/life15030334>
7. Busetto, Luca et al. (2024): *A new framework for the diagnosis, staging and management of obesity in adults*. Nature Medicine, 2024; 30:2395–2399.
Online: <https://doi.org/10.1038/s41591-024-03095-3>

8. CHALMER, John – COOPER, E. Mark (2008): *UKPDS and the Legacy Effect*. The New England Journal of Medicine, 359:1618–1620.
Online: <https://doi.org/10.1056/NEJMe0807625>
9. CHOI, Sammy Y. – CUCURA, John (2018): *US Army Soldiers With Type 1 Diabetes Mellitus*. Journal of Diabetes Science and Technology, 12(4), 854-858.
Online: <https://doi.org/10.1177/1932296818767700>
10. CHOWDHURY, Ritam et al. (2017): *Healthy Worker Effect Phenomenon: Revisited with Emphasis on Statistical Methods - A Review*. Indian journal of occupational and environmental medicine, 21(1), 2–8.
Online: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5763838/>
11. CLUTTER, Courtney A. et al. (2024): *Are We Missing an Opportunity? Prediabetes in the U.S. Military*. Military Medicine, 189(1–2): 326–331.
Online: <https://doi.org/10.1093/milmed/usac197>
12. DANAEI, Goodarz. et al. (2006): *Global and regional mortality from ischaemic heart disease and stroke attributable to higher-than-optimum blood glucose concentration: comparative risk assessment*. Lancet, 368(9548), 1651–1659.
Online: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(06\)69700-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(06)69700-6)
13. DOVC, Klemen et al. (2025): *Continuous and Intermittent Glucose Monitoring in 2024*. Diabetes Technology and Therapeutics, 2025;27(1_suppl):S14-S30.
Online: <https://doi.org/10.1089/dia.2025.8802.kd>
14. DUNN, Timothy C et al. (2024): *Is It Time to Move Beyond TIR to TITR? Real-World Data from Over 20,000 Users of Continuous Glucose Monitoring in Patients with Type 1 and Type 2 Diabetes*. Diabetes technology & therapeutics vol. 26,3 (2024): 203-210
Online: <https://doi.org/10.1089/dia.2023.0565>
15. EINARSON, Thomas R. et al. (2018): *Prevalence of cardiovascular disease in type 2 diabetes: a systematic literature review of scientific evidence from across the world in 2007-2017*. Cardiovascular diabetology, 17(1), 83.
Online: <https://doi.org/10.1186/s12933-018-0728-6>
16. EVERT, Alison B. et al. (2019): *Nutrition Therapy for Adults With Diabetes or Prediabetes: A Consensus Report*. Diabetes care, 42(5), 731–754.
Online: <https://doi.org/10.2337/dci19-0014>
17. FAJFROVÁ, Jane et al. (2016): *Prevalence of overweight and obesity in professional soldiers of the Czech Army over an 11-year period*. Vojnosanitetski Pregled, 73:422–8.
Online: <https://doi.org/10.2298/vsp141120112f>
18. FOLARON, Irene et al. (2018): *Effect of Military Deployment on Diabetes Mellitus in Air Force Personnel*. Military Medicine, 183(11–12): 603–609.
Online: <https://academic.oup.com/milmed/article-abstract/183/11-12/e603/4959959>
19. FONTAINE, Kevin R et al. (2003): *Years of life lost due to obesity*. JAMA vol. 289,2: 187-93.

- Online: <https://doi.org/10.1001/jama.289.2.187>
20. GAO, Yinyan et al. (2020): *Association between shift work and risk of type 2 diabetes mellitus: a systematic review and dose-response meta-analysis of observational studies*. *Chronobiology International*, 37(1):29-46.
Online: <https://doi.org/10.1080/07420528.2019.1683570>
21. GERSH, Felice et al. (2024): *Estrogen and cardiovascular disease*. *Progress in cardiovascular diseases*, 84, 60–67.
Online: <https://doi.org/10.1016/j.pcad.2024.01.015>
22. GRANHOLM VALMARI, Elin et al. (2023): *A systematic review of lifestyle and health among patrolling police officers*. *Scandinavian journal of occupational therapy*, 30(5), 721–744.
Online: <https://doi.org/10.1080/11038128.2022.2083013>
23. GREGG, Edward W. et al. (2012): *Trends in death rates among U.S. adults with and without diabetes between 1997 and 2006: findings from the National Health Interview Survey*. *Diabetes care*, 35(6), 1252–1257.
Online: <https://doi.org/10.2337/dc11-1162>
24. GREGG, Edward W. et al. (2014). *Changes in diabetes-related complications in the United States, 1990-2010*. *The New England journal of medicine*, 370(16), 1514–1523.
Online: <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1310799>
25. GUILLESPIE, Kathleen K. M. (2006): *Type 1 diabetes: pathogenesis and prevention*. *CMAJ : Canadian Medical Association journal = journal de l'Association medicale canadienne*, 175(2), 165–170.
Online: <https://doi.org/10.1503/cmaj.060244>
26. HACKETT, Rebecca A., – STEPHOE Andrew. (2017): *Type 2 diabetes mellitus and psychological stress – a modifiable risk factor*. *Nature Reviews Endocrinology*, 13(9), 547–560.
Online: <https://doi.org/10.1038/nrendo.2017.64>
27. HEINEMANN, Lutz et al. (2020): *Benefits and limitations of MARD as a performance parameter for continuous glucose monitoring in the interstitial space*. *Journal of Diabetes Science and Technology*, 14(1), 135–150.
Online: <https://doi.org/10.1177/1932296819855670>
28. HIRSCH, B. Irl (2018): *Introduction: History of Glucose Monitoring*. In: *Role of Continuous Glucose Monitoring in Diabetes Treatment*. ADA, Clinical Compendia, 1 August 2018; 1.
Online: <https://doi.org/10.2337/db20181-1>
29. HUANG, Yuli et al. (2016): *Association between prediabetes and risk of cardiovascular disease and all cause mortality: systematic review and meta-analysis*. *BMJ (Clinical research ed.)* vol. 355 i5953.
Online: <https://doi.org/10.1136/bmj.i5953>

30. JANEZ Andrej et al. (2021): *Hybrid Closed-Loop Systems for the Treatment of Type 1 Diabetes: A Collaborative, Expert Group Position Statement for Clinical Use in Central and Eastern Europe*. Diabetes therapy: research, treatment and education of diabetes and related disorders, 12(12), 3107–3135.
Online: <https://doi.org/10.1007/s13300-021-01160-5>
31. JERMENDY, György et al. (2010): *Prevalence rate of diabetes mellitus and impaired fasting glycemia in Hungary: cross-sectional study on nationally representative sample of people aged 20-69 years*. Croat Med J. 2010 Apr;51(2):151-6.
Online: <https://doi.org/10.3325/cmj.2010.51.151>
32. JONAS, Daniel E., et al. (2021): *Screening for Prediabetes and Type 2 Diabetes Mellitus: An Evidence Review for the U.S. Preventive Services Task Force*. Agency for Healthcare Research and Quality (US), 2021.
Online: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK574057/>
33. JONAS, Wayne B. et al. (2010): *Total force fitness for the 21st century: A new paradigm*. Military Medicine, 175(8, Suppl.).
Online: <https://doi.org/10.7205/MILMED-D-10-00296>
34. JOUBERT, Michael (2019): *Continuous Glucose Monitoring Systems*. In Reznik, Y. (Ed.), Handbook of Diabetes Technology: 37–46. Springer.
Online: https://doi.org/10.1007/978-3-319-98119-2_4
35. KALES, Stefanos et al. (2007): *Emergency duties and deaths from heart disease among firefighters in the United States*. The New England journal of medicine, 356(12), 1207–1215.
Online: <https://doi.org/10.1056/NEJMoa060357>
36. KATON, Jodie et al. (2014): *Gestational Diabetes and Hypertensive Disorders of Pregnancy Among Women Veterans Deployed in Service of Operations in Afghanistan and Iraq*. Journal Of Women's Health, 23(10).
Online: <https://doi.org/10.1089/jwh.2013.4681>
37. KIM, Soo-Jeong – KIM, Dai-Jin. (2012): *Alcoholism and diabetes mellitus*. Diabetes & metabolism journal, 36,2:108-15.
Online: <https://doi.org/10.4093/dmj.2012.36.2.108>
38. KLONOFF, David C. (2026): *The need for clear medical data ownership laws*. Journal of Translational Medicine, 24:5.
Online: <https://doi.org/10.1186/s12967-025-07486-z>
39. KNAUTH, Peter (2007): *Extended work periods*. Industrial Health, 45(1), 125–136.
Online: <https://doi.org/10.2486/indhealth.45.125>
40. KNOWLER, William C. et al. (2002): *Reduction in the incidence of type 2 diabetes with lifestyle intervention or metformin*. The New England journal of medicine, 346,6: 393-403.
Online: <https://doi.org/10.1056/NEJMoa012512>

41. KOLESNIKOV, E. B. – KRYZHEVSKY, V.V. (2023): *The use of artificial intelligence at the stages of evacuation, diagnosis and treatment of wounded soldiers in the war in Ukraine*. Kharkiv Surgical School: 80-83.
Online: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:266781439>
42. KOVATCHEV, Boris (2019): *Glycemic Variability: Risk Factors, Assessment, and Control*. Journal of diabetes science and technology, 13(4), 627–635.
Online: <https://doi.org/10.1177/1932296819826111>
43. LIAKAROS, Alexandros L. et al. (2025): *Continuous Glucose Monitoring in People at High Risk of Diabetes and Dysglycaemia: Transforming Early Risk Detection and Personalised Care*. Life (Basel, Switzerland), 15(10), 1579.
Online: <https://doi.org/10.3390/life15101579>
44. LAZAR, Sandra et al. (2024): *How to Measure Glycemic Variability? A Literature Review*. Medicina, 60(1), 61.
Online: <https://doi.org/10.3390/medicina60010061>
45. LINDSTRÖM, Jana – TUOMILEHTO, Jaakko (2003): *The diabetes risk score: a practical tool to predict type 2 diabetes risk*. Diabetes care vol. 26,3 (2003): 725-31.
Online: <https://doi.org/10.2337/diacare.26.3.725>
46. LINDSTRÖM, Jana et al. (2006): *High-fibre, low-fat diet predicts long-term weight loss and decreased type 2 diabetes risk: the Finnish Diabetes Prevention Study*. Diabetologia, 49(5), 912–920.
Online: <https://doi.org/10.1007/s00125-006-0198-3>
47. LIU, Xueen – ZHANG, Jiale (2024): *Continuous Glucose Monitoring: A Transformative Approach to the Detection of Prediabetes*. J Multidiscip Healthc. 2024; 17:5513-5519
Online: <https://doi.org/10.2147/JMDH.S493128>
48. LOWDEN, Arne et al. (2010): *Eating and shift work - effects on habits, metabolism and performance*. Scandinavian journal of work, environment & health, 36(2), 150–162.
Online: <https://doi.org/10.5271/sjweh.2898>
49. MAI, Linlin et al. (2021): *Association between prediabetes and adverse outcomes in heart failure*. Diabetes, Obesity & Metabolism. 2021 Nov;23(11):2476-2483.
Online: <https://doi.org/10.1111/dom.14490>
50. MAVROGIANNI, Christina et al. (2019): *Evaluation of the Finnish Diabetes Risk Score as a screening tool for undiagnosed type 2 diabetes and dysglycaemia among early middle-aged adults in a large-scale European cohort. The Feel4Diabetes-study*. Diabetes research and clinical practice vol. 150 (2019): 99-110.
Online: <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2019.02.017>
51. MEIGS, James B. et al. (2000): *Parental transmission of type 2 diabetes: the Framingham Offspring Study*. Diabetes vol. 49,12 (2000): 2201-7.
Online: <https://doi.org/10.2337/diabetes.49.12.2201>

52. MERIKANTO Ilona H. et al. (2013): *Associations of Chronotype and Sleep With Cardiovascular Diseases and Type 2 Diabetes*. *Chronobiology International*, 30(4), 470–477.
Online: <https://doi.org/10.3109/07420528.2012.741171>
53. MONTEIRO, Carlos A. – REZENDE Leandro F. M. (2024): *Are all ultra-processed foods bad for health?* *The Lancet regional health. Europe*, 46, 101106.
Online: <https://doi.org/10.1016/j.lanepe.2024.101106>
54. MOSENZON, Ofri et al. (2021): *CAPTURE: a multinational, cross-sectional study of cardiovascular disease prevalence in adults with type 2 diabetes across 13 countries*. *Cardiovascular diabetology* vol. 20,1 154. 27 Jul. 2021.
Online: <https://doi.org/10.1186/s12933-021-01344-0>
55. NAJAFIPOUR, Farzad et al. (2017): *Effect of regular exercise training on changes in HbA1c, BMI and VO2max among patients with type 2 diabetes mellitus: an 8-year trial*. *BMJ Open Diabetes Research and Care*, 2017; 5:e000414.
Online: <https://doi.org/10.1136/bmjdr-2017-000414>
56. NEA, Fiona M. et al. (2015): *Dietary and lifestyle habits and the associated health risks in shift workers*. *Nutrition research reviews*, 28(2), 143–166.
Online: <https://doi.org/10.1017/S095442241500013X>
57. NEELAND, Ian J. et al. (2012): *Dysfunctional adiposity and the risk of prediabetes and type 2 diabetes in obese adults*. *Journal of the American Medical Association*, 2012; 308(11):1150–1159.
Online: <https://doi.org/10.1001/2012.jama.11132>
58. NIDL, Bradley. C. et al. (2018): *Operational physical performance and fitness in military populations: Physiological, Musculoskeletal Injury, and Optimized Physical Training Considerations for Successfully Integrating Women Into Combat-Centric Military Occupations*. *Military medicine*, 181(1 Suppl), 50–62.
Online: <https://doi.org/10.7205/MILMED-D-15-00382>
59. PERTICONE, Maria et al. (2021): *One hour-post-load plasma glucose $\geq$ 155 mg/dl in healthy glucose normotolerant subjects is associated with subcortical brain MRI alterations and impaired cognition: A pilot study*. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 13, 608736.
Online: <https://doi.org/10.3389/fnagi.2021.608736>
60. PURVIS, Dianna L. et al. (2013): *Nutrition as a component of the performance triad: how healthy eating behaviors contribute to soldier performance and military readiness*. *U.S. Army Medical Department journal* (2013): 66-78.
Online: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24146244/>
61. QUERTIER, Delphine et al. (2022): *Overweight and obesity in the French Army*. *Military Medicine*, 187(1–2): 99-105.
Online: <https://doi.org/10.1093/milmed/usaa369>

62. PREIS, Sarah Rosner et al. (2009): *Trends in all-cause and cardiovascular disease mortality among women and men with and without diabetes mellitus in the Framingham Heart Study, 1950 to 2005*. *Circulation*, 119(13), 1728–1735.
Online: <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.108.829176>
63. RAMLO-HALSTED, Barbara A. – EDELMAN, Steven V. (1999): *The natural history of type 2 diabetes. Implications for clinical practice*. *Primary Care*, 26(4):771–789.
Online: [https://doi.org/10.1016/S0095-4543\(05\)70130-5](https://doi.org/10.1016/S0095-4543(05)70130-5)
64. RAWSHANI, Aidin et al. (2018): *Risk Factors, Mortality, and Cardiovascular Outcomes in Patients with Type 2 Diabetes*. *The New England journal of medicine*, 379(7), 633–644.
Online: <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1800256>
65. ROSS, Robert et al. (2020): *Waist circumference as a vital sign in clinical practice: a Consensus Statement from the IAS and ICCR Working Group on Visceral Obesity*. *Nature reviews. Endocrinology*, 16(3), 177–189.
Online: <https://doi.org/10.1038/s41574-019-0310-7>
66. SAARISTO, Timo et al. (2005): *Cross-sectional evaluation of the Finnish Diabetes Risk Score: A tool to identify undetected type 2 diabetes, abnormal glucose tolerance and metabolic syndrome*. *Diabetes and Vascular Disease Research*, 2(2), 67–72.
Online: <https://doi.org/10.3132/dvdr.2005.011>
67. SANDERSON, Paul W. et al. (2014): *Prevalence and socio-demographic correlates of obesity in the British Army*. *Annals of human biology*, 41(3), 193–200.
Online: <https://doi.org/10.3109/03014460.2014.881918>
68. SANDERSON, Paul. W. et al. (2018): *The association between obesity-related health risk and fitness test results in the British Army personnel*. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 21(11), 1173–1177.
Online: <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2018.08.003>
69. SAINT-MAURICE F. Pedro et al. (2020): *Association of daily step count and step intensity with mortality among US adults*. *JAMA*, 323:1154.
Online: <https://doi.org/10.1001/jama.2020.1382>
70. SERVICE John F. et al. (1970): *Mean amplitude of glycemic excursions, a measure of diabetic instability*. *Diabetes*, 19(9), 644–655.
Online: <https://doi.org/10.2337/diab.19.9.644>
71. SHAH, Anoop Dinesh et al. (2015): *Type 2 diabetes and incidence of cardiovascular diseases: a cohort study in 1.9 million people*. *The lancet. Diabetes & endocrinology* vol. 3,2:105-13.
Online: [https://doi.org/10.1016/S2213-8587\(14\)70219-0](https://doi.org/10.1016/S2213-8587(14)70219-0)
72. SCHEIT, Lorenz et al. (2024): *Prevalence of obesity and associated health risks in soldiers of the German Armed Forces*. *Journal of occupational medicine and toxicology*. Vol. 19:12.
Online: <https://doi.org/10.1186/s12995-024-00411-y>

73. SCHMELZEISEN-REDEKER, Günther et al. (2015) *Time Delay of CGM Sensors: Relevance, Causes, and Countermeasures*. J Diabetes Sci Technol. 2015 Aug 4;9(5):1006-15.
Online: <https://doi.org/10.1177/1932296815590154>
74. SHAN, Zhilei et al. (2015): *Sleep duration and risk of type 2 diabetes: a meta-analysis of prospective studies*. Diabetes care. Vol. 38,3: 529-37.
Online: <https://doi.org/10.2337/dc14-2073>
75. SILVERIA, Erica A. et al. (2022): *Sedentary behavior, physical inactivity, abdominal obesity and obesity in adults and older adults: A systematic review and meta-analysis*. Clinical nutrition ESPEN, 50, 63–73.
Online: <https://doi.org/10.1016/j.clnesp.2022.06.001>
76. SINGHT, Gitanjali M. et al., Prospective Studies Collaboration (2013): *The age-specific quantitative effects of metabolic risk factors on cardiovascular diseases and diabetes: a pooled analysis*. PloS one, 8(7), e65174.
Online: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0065174>
77. SOARES, Edgard MKVK et al. (2020): *Worldwide prevalence of obesity among firefighters: a systematic review protocol*. BMJ Open 10:e031282.
Online: <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2019-031282>
78. STOJKOVIĆ, Miloš et al. (2022): *Accuracy of Body Mass Index and Obesity Status in Police Trainees*. European Journal of Investigation in Health, Psychology and Education 12, No.1: 42-49.
Online: <https://doi.org/10.3390/ejihpe12010004>
79. TABÁK Ádám G. et al. (2012): *Prediabetes: a high-risk state for diabetes development*. The Lancet, 379, 9833: 2279-2290.
80. THORSEN, Siegmund (2017): *Discrepancies Between Blood Glucose and Interstitial Glucose-Technological Artifacts or Physiology: Implications for Selection of the Appropriate Therapeutic Target*. J Diabetes Sci Technol. 2017 Jul;11(4):766-772.
Online: <https://doi.org/10.1177/1932296817699637>
81. TOURKOCHRISTOU, Evanthia et al. (2021): *The Influence of Nutritional Factors on Immunological Outcomes*. Frontiers in Immunology, 12, 665968.
Online: <https://doi.org/10.3389/fimmu.2021.665968>
82. TREMBLAY, Mark S. et al. (2017): *Sedentary Behavior Research Network (SBRN) - Terminology Consensus Project process and outcome*. The international journal of behavioral nutrition and physical activity, 14(1), 75.
Online: <https://doi.org/10.1186/s12966-017-0525-8>
83. UNNIKRISHNAN, Ranjit et al. (2025). *Prediabetes*. Nature reviews. Disease primers, 11(1), 49.
Online: <https://doi.org/10.1038/s41572-025-00635-0>

84. VERGÈS, Bruno et al. (2022): *Glycemic Variability Assessment with a 14-Day Continuous Glucose Monitoring System: When and How Long to Measure MAGE (Mean Amplitude of Glucose Excursion) for Optimal Reliability?* Journal of diabetes science and technology, 16(4), 982–987.
Online: <https://doi.org/10.1177/1932296821992060>
85. VIOLANTI, John, M. et al. (2017): *Police stressors and health: a state-of-the-art review*. Policing (Bradford, England), 40(4), 642–656.
Online: <https://doi.org/10.1108/PIJPSM-06-2016-0097>
86. WINKLER, Gábor et al. (2013): *Prevalence of undiagnosed abnormal glucose tolerance in adult patients cared for by general practitioners in Hungary. Results of a risk-stratified screening based on FINDRISC questionnaire*. Medical science monitor: international medical journal of experimental and clinical research, 19, 67–72.
Online: <https://doi.org/10.12659/msm.883747>
87. ZHANG Lu et al. (2014): *Evaluation of Finnish Diabetes Risk Score in Screening Undiagnosed Diabetes and Prediabetes among U.S. Adults by Gender and Race: NHANES 1999-2010.*, 2014. May 22.
Online: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0097865>
88. ZHOU, Jian et al. (2009): *Reference values for continuous glucose monitoring in Chinese subjects*. Diabetes care, 32(7), 1188–1193.
Online: <https://doi.org/10.2337/dc09-0076>
89. YAPANIS, Michael et al. (2022): *Complications of Diabetes and Metrics of Glycemic Management Derived From Continuous Glucose Monitoring*. The Journal of clinical endocrinology and metabolism, 107(6), e2221–e2236.
Online: <https://doi.org/10.1210/clinem/dgac034>
90. YUMUK, Volkan et al. (2015): *Obesity Management Task Force of the European Association for the Study of Obesity. European guidelines for obesity management in adults*. Obesity Facts, 2015; 8(6):402–424.
Online: <https://doi.org/10.1159/000442721>
91. YUN, Jae-Seung – Seung-Hyun Ko. (2021): *Current trends in epidemiology of cardiovascular disease and cardiovascular risk management in type 2 diabetes*. Metabolism: clinical and experimental vol. 123: 154838.
Online: <https://doi.org/10.1016/j.metabol.2021.154838>

Könyvek és könyvfejezetek

1. GUILLEMIN, Roger (1978): *Hypothalamus, hormones and physiological regulation*. In: Debbs-Robin E, ed. Claude Bernard and the Internal Environment: A Memorial Symposium. New York: Mercel Dekker; 137–156.
2. KERÉNYI Zsuzsa (2002): *Crisisállapotok diabetes mellitusban* in Halmos Tamás – Jermendy György (szerk.) Diabetes Mellitus. Medicina Könyvkiadó Rt., 2002, Budapest: 387. ISBN 963-242-764-4.

3. MAGYAR Imre – PETRÁNYI Gyula (szerk.). 1986: A belgyógyászat alapvonalai. Medicina Könyvkiadó, Budapest. ISBN 963-241-346-5.
4. PETRÁNYI Gyula (szerk.) (1983): Belgyógyászati diagnosztika. Budapest: Medicina Könyvkiadó. ISBN 963-241-021-0.
5. WINKLER Gábor – BARANYI, Éva (2007): *Cukorbetegség egészségkárosító hatása*. Budapest: Springmed Kiadó. ISBN: 978-963-06-0516-7

Szakmai és intézményi jelentések, ajánlások

1. AGIOSTRATIDOU, Gina et al. (2017): *Standardizing Clinically Meaningful Outcome Measures Beyond HbA1c for Type 1 Diabetes: A Consensus Report of the American Association of Clinical Endocrinologists, the American Association of Diabetes Educators, the American Diabetes Association, the Endocrine Society, JDRF International, The Leona M. and Harry B. Helmsley Charitable Trust, the Pediatric Endocrine Society, and the T1D Exchange*. Diabetes Care, 40(12), 1622–1630.
Online: <https://doi.org/10.2337/dc17-1624>
2. ADA (1997): *Report of the Expert Committee on the Diagnosis and Classification of Diabetes Mellitus*. Diabetes Care, 20(7): 1183–1197.
Online: <https://doi.org/10.2337/diacare.20.7.1183>
3. ADA (2010): *Standards of Medical Care in Diabetes – 2010*. Diabetes Care, 33(Suppl. 1): S11–S61.
Online: <https://doi.org/10.2337/dc10-S011>
4. ADA (2016): *Standards of Medical Care in Diabetes – 2016. Abridged for Primary Care Providers*. Clinical Diabetes, 34(1): 3–21.
Online: <https://doi.org/10.2337/diaclin.34.1.3>
5. ADA (2019): *Standards of medical care in diabetes- 2019*. Diabetes Care 2019; 42: Suppl 1: 1-193. ISSN:0149-5992.
Online: <https://doi.org/10.2337/cd18-0105>
6. ADA (2024): *Diabetes technology: Standards of care in diabetes—2024*. Diabetes Care, 47(Suppl. 1).
Online: <https://doi.org/10.2337/dc24-S007>
7. ADA Practice Committee (2025): *Prevention or Delay of Diabetes and Associated Comorbidities: Standards of Care in Diabetes — 2025*. Diabetes Care. 2025;48(Suppl. 1):S50–S58.
Online: <https://doi.org/10.2337/dc25-S003>
8. ADA (2023): *Cardiovascular-kidney-metabolic health: a presidential advisory from the American heart association*. Circulation, 2023;148(20):1606–1635.
Online: <https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000001184>

9. BM – Egészségügyi Államtitkárság Egészségügyi Szakmai Kollégiuma (2023): *A Belügyminisztérium egészségügyi szakmai irányelve a diabetes mellitus kórismézéséről, a cukorbetegség antihyperglykaemiás kezeléséről és gondozásáról felnőttkorban*. Egészségügyi Közlöny, 2023. augusztus 2., LXXIII; 13: 1137–1247
Online: <https://meszk.hu/wp-content/uploads/sites/7/2024/02/3588-1.pdf>
10. COSENTINO, Francesco et al. (2020): *ESC Scientific Document Group (2020). 2019 ESC Guidelines on diabetes, pre-diabetes, and cardiovascular diseases developed in collaboration with the EASD*. European heart journal, 41(2), 255–323.
Online: <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehz486>
11. DAVIES, Melanie J. et al. (2022): *Management of Hyperglycemia in Type 2 Diabetes. A Consensus Report by the American Diabetes Association (ADA) and the European Association for the Study of Diabetes (EASD)*. Diabetes care vol. 45,11:2753-2786.
Online: <https://doi.org/10.2337/dci22-0034>
12. FRYHOFFER, Sandra A. (2013): *Is obesity a disease? Report of the Council on Science and Public Health*. CSAPH Report 3-A-13. American Medical Association (AMA)
Online: <https://www.ama-assn.org/sites/ama-assn.org/files/corp/media-browser/public/about-ama/councils/Council%20Reports/council-on-science-public-health/a13csaph3.pdf>
13. GARVEY, W. Timothy et al. (2016): *American Association of Clinical Endocrinologists and American College of Endocrinology Comprehensive Clinical Practice Guidelines for Medical Care of Patients with Obesity*. Endocrine Practice, 22:1-203.
Online: <https://doi.org/10.4158/EP161365.GL>
14. IDF (2021): *Diabetes Atlas 10th Edition*.
Online: https://diabetesatlas.org/media/uploads/sites/3/2025/02/IDF_Atlas_10th_Edition_2021.pdf
15. IDF (2025): *Diabetes Atlas 11th Edition*
Online: https://diabetesatlas.org/media/uploads/sites/3/2025/04/IDF_Atlas_11th_Edition_2025-1.pdf
16. WHO (1980): *Expert Committee on Diabetes Mellitus. 1980: Second Report*. Technical Report Series 646. World Health Organization, Geneva.
Online: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/6771926/>
17. WHO (1985): *Diabetes Mellitus: Report of a WHO Study Group*. Technical Report Series 727. World Health Organization, Geneva.
Online: <https://iris.who.int/items/e846bbc2-1794-4d14-bed5-358c454af745>
18. WHO – IDF (2006): *Definition and diagnosis of diabetes mellitus and intermediate hyperglycaemia*. Report of a WHO/IDF consultation. World Health Organization, Geneva. ISBN: 9241594934.
Online: <https://www.who.int/publications/i/item/definition-and-diagnosis-of-diabetes-mellitus-and-intermediate-hyperglycaemia>

19. WHO, Regional Office for Europe. (2018): *The health and well-being of men in the WHO European Region: better health through a gender approach*. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe.
Online: <https://www.who.int/europe/publications/i/item/9789289053532>

Elektronikus források

1. B. MÜLLER Tamás (2018): *Adatok a honvédelem területéről* – Országgyűlés Hivatala, Képviselői Információs Szolgálat, 2018/7. Infotabló. 2018. november 10.
Online: https://www.parlament.hu/documents/10181/1489583/Infotablo_2018_7_honvedelmi_adatok.pdf/b576c3a8-d457-8db0-62e9-749482615fe1
Letöltés ideje: 2026. január 10.
2. EUROSTAT (2022): *Cardiovascular diseases statistics (Statistics Explained)*. European Commission.
Online: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Cardiovascular_diseases_statistics
Letöltés ideje: 2026. január 02.
3. FDA (2025): *Cybersecurity*.
Online: <https://www.fda.gov/medical-devices/digital-health-center-excellence/cybersecurity>
4. FREEMAN, Andrew M., et al. (2023): *Insulin Resistance* (Updated 2023 aug. 17.). In: StatPearls, StatPearls Publishing.
Online: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK507839/>
Letöltés ideje: 2026. január 10.
5. HÍRADÓ.HU (2015): *Kevesebbet isznak a honvédek nők körében*. 2015. 08. 29.
Online: <https://hirado.hu/2015/08/29/kevesebbet-isznak-a-honvedek-nok-koreben/>
Letöltés ideje: 2026. január 10.
6. JASP Team. (2024). JASP (Version 0.95.4) Computer software.
Online: <https://jasp-stats.org>
Letöltés ideje: 2026. december 10.
7. KSH (2024): *Az újonnan véleményezett megváltozott munkaképességűek száma (4.1.1.33.)*. STADAT, Magyarország, 2004–2024.
Online: https://www.ksh.hu/stadat_files/ege/hu/ege0032.html
Letöltés ideje: 2025. december 20.
8. KSH (2025): *Fiatalok és idősök*
Online: <https://www.ksh.hu/fiatalok-es-idosek>
Letöltés ideje: 2026. január 04.
9. NEMZETI EGÉSZSÉGÜGYI KÖZPONT: Egészségvonal, *Telemedicina*
Online: <https://egeszsegvonal.gov.hu/n-ny/104-ellatorendszer/640-telemedicina.html>

Letöltés ideje: 2026. január 03.

10. SIBIONICS: *GSI folyamatos glükózmonitorozó (CGM) rendszer*

<https://sibionics.hu/gsl-cgm/>

Letöltés ideje 2026. január 20.

Szépirodalmi forrás:

1. ZRÍNYI Miklós: Az idő szárnyon jár. Zrínyi Miklós Összes költeménye In: Verstár'98, a magyar líra klasszikusa: ötven költő összes verse. Budapest: Arcanum, 1998. p. 40-41. Magyar elektronikus könyvtár.
Online: <https://mek.oszk.hu/01100/01137/>

Jogi dokumentumok:

1. 2009/2007. (I. 30.) Korm. határozat a központi egészségügyi szolgáltató szervezetek létrehozásáról
2. 2011. évi CLXVII. törvény a korhatár előtti öregségi nyugdíjak megszüntetéséről, a korhatár előtti ellátásról és a szolgálati járandóságról
3. 10/1015. (VII. 30.) HM rendelet a katonai szolgálatra való egészségi, pszichikai és fizikai alkalmasságról, valamint a felülvizsgálati eljárásról
4. 45/2020. (XII. 16.) BM rendelet a belügyminiszter irányítása alatt álló egyes rendvédelmi feladatokat ellátó szerveknél foglalkoztatott hivatásos állomány és rendvédelmi igazgatási alkalmazotti állomány alkalmasságvizsgálatáról
5. 9/2024. (VI. 28.) HM rendelet a hivatásos és a szerződéses katonai szolgálatra való egészségi, pszichikai és fizikai alkalmassági követelmények és ellenőrzésük keretszabályairól

A szerző témaköréből készült publikációs jegyzéke

Egyszerűs publikációk magyar nyelven

1. Hevesi Judit Ildikó (2023): *A cukorbetegség előfordulásának jelentősége a hon- és rendvédelmi szervek dolgozóinál*. Hadtudomány és a 21. század 2023: 197-212.
Online: <https://hdi.uni-nke.hu/document/hdi-uni-nke-hu/hadtudomany-es-a-21-sz-kotet-2023.pdf>
2. Hevesi Judit Ildikó (2023): *Terhességi cukorbetegségben szenvedők ellátása a Magyar Honvédség Egészségügyi Központ diabetológiai szakrendelésén 2021-ben*. Honvédségi szemle: A Magyar Honvédség Központi Folyóirata, 151 (4): 79-92.
Online: https://real.mtak.hu/176706/1/07_Hevesi_Judit_Ildiko_79-92.pdf
3. Hevesi Judit Ildikó (2023): *A folyamatos szöveti glükózmonitorozó rendszer elérhetősége Magyarországon*. Belügyi Szemle/ Academic Journal of Internal Affairs: A Belügyminisztérium Szakmai Tudományos Folyóirata (2010-), 71 (12): 2207-2222.
Online: <https://doi.org/10.38146/BSZ.2023.12.6>
4. Hevesi Judit Ildikó (2024): *A szénhidrát-anyagcsere állapot jellemzése a folyamatos szöveti glükózmonitorozó rendszer alkalmazása mellett*. Belügyi Szemle/ Academic Journal of Internal Affairs: a Belügyminisztérium Szakmai Tudományos Folyóirata (2010-): 72 (1): 75-88.
Online: <https://doi.org/10.38146/BSZ.2024.1.5>
5. Hevesi Judit Ildikó (2024): *Mesterséges intelligencia alkalmazása a diabetológiában: Innovatív lehetőségek*. Scientia et Securitas, Online ISSN: 2732-2688: 1-8.
Online: <https://doi.org/10.1556/112.2024.00238>
6. Hevesi Judit Ildikó (2024): *Egy krónikus betegség hatása a nemzet stabilitására - tények a cukorbetegségről*. Honvédorvos, 73 (3-4): 38-54.
Online: <https://doi.org/10.29068/ho.2024.3-4.36-52>
7. Hevesi Judit Ildikó (2024): *A hon- és rendvédelmi szerveknél szolgáló, cukorbetegséggel élő személyek szénhidrát-anyagcsere-állapotjának jellemzése az alkalmassági vizsgálat során*. Hadtudományi Szemle 17 (Különszám): 49-61.
Online: <https://doi.org/10.32563/hsz.2024.ksz.4>
8. Hevesi Judit Ildikó (2025): *A cukorbetegség megelőzésének lehetőségei a hon- és rendvédelmi szervek alkalmazottainál*. Hadtudományi Szemle, 18 (Különszám): 37-51.
Online: <https://doi.org/10.32563/hsz.2025.ksz.1.3>

Egyszerűs publikációk angol nyelven

9. Hevesi, Judit Ildikó (2025): *Diagnostic characteristics of type 2 diabetes and prediabetes conditions among defense sector employees and the civilian population based on data from patients cared for at the North Pest Centre Hospital- Military Hospital*. American Journal of Research, Education and Development, Online ISSN 2471-9986, 2025/1: 5-31.
Online: https://www.red.devlart.hu/issues/2025_1.pdf

10. Hevesi, Judit Ildikó (2025): *The prevalence of chronic macrovascular complications among diabetic patients: a comparative analysis between defense sector employees and the civilian population based on health data of patients treated at the North Pest Central Hospital-Military Hospital*. American Journal of Research, Education and Development, Online, ISSN 2471-9986, 2025/1: 32-52.

Online: https://www.red.devlart.hu/issues/2025_1.pdf

Többszerzős publikációk magyar nyelven

11. Hevesi Judit Ildikó – Haig Zsolt (2024): *A folyamatos glükózmonitorozó rendszer katonai környezetben való alkalmazhatósága és sebezhetősége*. Hadtudományi Szemle, 17 (2): 85-102.

Online: <https://doi.org/10.32563/hsz.2024.2.8>

12. Hevesi Judit Idikó – Fejes Zsolt (2026): *A 2-es típusú cukorbetegség kockázatának felmérése honvédségi dolgozók körében: a FINDRISC kérdőív beilleszthetősége az időszakos munkaköri alkalmassági vizsgálatokba*. Honvédorvos

Online:

Mellékletek

1. melléklet: A FINDRISC-kérdőív magyar változata és annak értékelése

1. Életkor

- 0 pont: 45 év alatt
- 2 pont: 45–54 év között
- 3 pont: 55–64 év között
- 4 pont: 64 év felett

2. Testtömeg-index (BMI)

- 0 pont: alacsonyabb, mint 25 kg/m²
- 1 pont: 25–30 kg/m²
- 3 pont: nagyobb, mint 30 kg/m²

3. Haskőrfogat (az alsó bordák és a csípőtővis közötti távolság felénél mérve, gyakorlatilag a köldök vonalában, közepes belégzés után)

Férfiak esetén:

- 0 pont: kevesebb, mint 94 cm
- 3 pont: 94–102 cm
- 4 pont: több, mint 102 cm

Nők esetén:

- 0 pont: kevesebb, mint 80 cm
- 3 pont: 80–88 cm
- 4 pont: több, mint 88 cm

4. Végez-e legalább 30 perces fizikai tevékenységet munkaköréből adódóan/vagy szabadidejében?

- 0 pont: igen
- 2 pont: nem

5. Milyen gyakran fogyaszt zöldséget vagy gyümölcsöt?

- 0 pont: minden nap
- 1 pont: nem minden nap

6. Szed-e rendszeresen vérnyomáscsökkentő gyógyszereket?

- 0 pont: nem
- 2 pont: igen

7. Mérték-e Önnél valaha magasabb vércukorértéket (orvosi vizsgálatkor, betegség, terhesség esetén)

- 0 pont: nem
- 5 pont: igen

8. Van-e családtagjai között, vagy közeli rokonságában 1-es (ifjúkori típusú), vagy 2-es (időskori típusú) cukorbeteg?

- 0 pont: nem
- 3 pont: igen- nagyszülő, nagynéni, nagybácsi, vagy elsőfokú unokatestvér
- 5 pont: igen- szülő, testvér, vagy saját gyermek

Összes pontszám - diabetes kialakulásának kockázata az elkövetkezendő 10 évben:

< 7	alacsony (100 egyénből egy lesz cukorbeteg)
7-11	enyhén fokozott (25 egyénből egy lesz cukorbeteg)
12-14	fokozott (6 egyénből egy lesz cukorbeteg)
15-20	magas (3 egyénből egy lesz cukorbeteg)
20 fölött	igen magas (2 egyénből egyenél kialakul a cukorbetegség)

(Forrás: Saját szerkesztés a 2023-ban kiadott, jelenleg is érvényben lévő magyar diabetológiai szakmai irányelv alapján, 1203–1204. o.)

2. melléklet: Az 5. ábrán bemutatott AGP riport klinikai értelmezése

Az 5. ábrán bemutatott, a bevezetésben ismertetett AGP riport eredményei alapján a vizsgált időszakban (2025. október 5. – 2026. január 3.) a CGMS-adatok megbízható értékelését a magas szenzorhasználati arány (94%) biztosította.

A vizsgálati időszak során az átlagos szenzoros glükózérték 9.5 mmol/L volt, amely meghaladja a kívánatos célértéket, és összhangban áll a magas, 7.4%-os GMI-értékkel. Ez arra utal, hogy az elmúlt három hónapban a szénhidrátanyagcsere egyensúlya nem volt megfelelő. Ezt támasztja alá a szöveti glükózértékek tartomány szerinti megoszlása alapján számított 57%-os TIR-érték is, amely elmarad a nemzetközi ajánlásokban megfogalmazott célértéktől ($\geq 70\%$). Ennek megfelelően a glükózértékek jelentős része a javasolt céltartományon kívül helyezkedett el.

A magas TAR-érték (42% a javasolt $<25\%$ helyett) azt jelzi, hogy a céltartományon kívüli glükózértékek döntő többsége a hiperglikémiás tartományba esett. Ez a glikémiás kontroll fő problémájaként a tartósan emelkedett vércukorszintek jelenlétére utal. Ezzel szemben az alacsony TBR-érték a klinikailag jelentős hipoglikémia alacsony kockázatát jelzi.

A glikémiás stabilitást jellemző 32.5%-os variációs együttható a javasolt felső határhoz (36%) közeli értéket képvisel, amely hosszabb távon kedvezőtlen prognosztikai jelentőséggel bírhat. A glükózprofil görbéje elsősorban a koradélutáni és kora esti órákban mutat céltartomány feletti értékeket.

Összességében az 5. ábrán bemutatott AGP riport hiperglikémiás túlsúlyt, nem kielégítő és labilis szénhidrátanyagcsere-állapotot jelez, miközben a hipoglikémia kockázata alacsony marad. A magasabb glükózértékek elsősorban az ebédet és vacsorát követő időszakban jelentkeznek, ami fokozott szénhidrátbevitelre vagy az étkezési inzulin adagolásának relatív elégtelenségére utalhat. A bemutatott példa jól szemlélteti az AGP-riport klinikai értelmezésének jelentőségét a CGMS-alapú gondozásban és a glikémiás mintázatok felismerésében.

3. melléklet: A dolgozatban használt rövidítések

ADA	American Diabetes Association, Amerikai Diabétesz Társaság
AGP	Ambulatory Glucose Profile, a folyamatos szöveti glükóz-monitorozás eredményei alapján készült összefoglaló riport
AHA	American Heart Association, Amerikai Szív Társaság
AMA	American Medical Association, Amerikai Orvosi Társaság
AHCL	Advanced Hybrid Closed Loop, hibrid zárt hurkú inzulinpumpa rendszer
AMI	Acute Myocardial Infarction, heveny szívinfarktus
ASCVD	Atherosclerotic Cardiovascular Disease, Ateroszklerotikus szív- és érrendszeri betegség
AUC	Area Under the Curve, görbe alatti terület
BKI	boka–kar index
BM	Belügyminisztérium
BM OKF	Belügyminisztérium Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság
BMI	Body Mass Index
BVOP	Büntetés-végrehajtás Országos Parancsnoksága
CABG	Coronary Artery Bypass Grafting, koszorúér-áthidaló műtét
CGMS-CV	CGMS-alapú variációs koefficiens
CKM	Cardiovascular-kidney-metabolic syndrome, szív- és érrendszeri (kardiovaszkuláris)–krónikus vesebetegség (renális)–metabolikus szindróma
CGMS	Continuous Glucose Monitoring System, Folyamatos szöveti vércukor-monitorozó rendszer
CV	Coefficient of Variation, Variációs együttható
CVD	Cardiovascular Disease, Szív- és érrendszeri betegség
df	szabadságfok
DM	Diabetes Mellitus, cukorbetegség
EA	European Association for the Study of Diabetes, Európai Diabétesz Társaság
EKG	Elektrokardiográfia, a szív elektromos működésének műszeres rögzítése
ÉPC-HK	Észak- Pesti Centrumkórház- Honvédkórház
FDA	Food and Drug Administration, az Egyesült Államok Élelmiszer-és Gyógyszerügynöksége
FINDRISC	Finnish Diabetes Risk Score
GIP	Glükóz-dependens Inzulinotrop Peptid
GMI	Glucose Management Indicator, az átlagos glükózértékből számított anyagcsere-kezelési mutató
GLP1-RA	Glukagon-Like Peptid–1 Receptor Agonista

HbA1c	Hemoglobin A1c
IDF	International Diabetes Federation, Nemzetközi Diabétesz Szövetség
IFG	Impaired Fasting Glucose, emelkedett éhgyomri vércukorszint
IGT	Impaired Glucose Tolerance, csökkent glükóztolerancia
isCGMS	intermittently scanned/viewed CGM, intermittensen leolvasott folyamatos vércukor-monitorozás (isCGM)
JASP	Jeffreys's Amazing Statistics Program
KSH	Központi Statisztikai Hivatal
n	esetszám
MAGE	Mean amplitude of glycemic excursion, glikémiás kilengés átlagos amplitúdója
MARD	Mean Absolute Relative Difference, átlagos abszolút relatív eltérés a folyamatos vércukor-monitorozó rendszer által mért és a referencia érték között
MH EK	Magyar Honvédség Egészségügyi Központ
MI	Mesterséges Intelligencia
NEAK	Nemzeti Egészségbiztosítási Alapkezelő
NNS	Number Needed to Screen, szűréshez szükséges esetszám
OEP	Országos Egészségbiztosítási Pénztár
OGTT	Orális Glükóztolerancia-Teszt, terheléses vércukorvizsgálat
OGTT-0	A terheléses vércukorvizsgálat éhomi értéke
OGTT-120	A terheléses vércukorvizsgálat 120 perces értéke
OR	Odds Ratio, esélyhányados
ORFK	Országos Rendőr-főkapitányság
PCI	Percutaneous Coronary Intervention, percután koszorúér-intervenció
PVD	Peripheral Vascular Disease, perifériás verőérbetegség
Q3	Felső kvartilis
SD	Standard Deviació
SGLT2	Sodium–Glucose cotransporter 2, nátrium–glükóz kotranszporter–2
SMBG	Self-Monitoring of Blood Glucose avagy ujjbegyből, hordozható készülékkel történő vércukormérés
RKEB	Regionális Kutatásetikai Bizottság
rtCGM	real-time use CGM, valós idejű folyamatos szöveti glükóz-monitorozás
SE	standard hiba
T1DM	Type 1 Diabetes Mellitus, 1-es típusú cukorbetegség
T2DM	Type 2 Diabetes Mellitus, 2-es típusú cukorbetegség
TIA	Transient Ischemic Attack, átmeneti iszkémiás attack

TAR	Time Above Range, a céltartomány feletti vércukorértékekkel eltöltött időtartam a teljes időtartam százalékában
TIR	Time In Range, a céltartományban lévő vércukorértékekkel eltöltött időtartam a teljes időtartam százalékában
TBR	Time Below Range, a céltartomány alatti vércukorértékekkel eltöltött időtartam a teljes időtartam százalékában
TUKEB	Egészségügyi Tudományos Tanács Tudományos és Kutatásetikai Bizottság
WHO	World Health Organization, Egészségügyi Világszervezet
η^2_p	Parciális eta-négyzet

4. melléklet: Táblázatok jegyzéke

1. táblázat: A diabétesz, a T1DM, az IFG és az IGT globális előfordulása 2024-ben, valamint a diabétesz és a prediabétesz 2050-re prognosztizált gyakorisága	29
2. táblázat: A 2-es típusú diabétesz és kórmegelőző állapotainak szűrésére vonatkozó kockázati tényezők és javasolt szűrési gyakoriság	37
3. táblázat: A szénhidrátanyagcsere-zavarok diagnosztikai kritériumai a World Health Organization (WHO) és ADA ajánlások alapján	38
4. táblázat: A vizsgálati minta csoportok és alcsoportok szerinti megoszlása.....	63
5. táblázat: A szénhidrátanyagcsere-zavar diagnosztikájakor fennálló életkor leíró statisztikája a teljes vizsgálati mintában, a fő- és alcsoportokban (n = 4808)	65
6. táblázat: A szénhidrátanyagcsere-zavar felismeréséhez vezető laboratóriumi vizsgálatok indikációinak megoszlása a vizsgált csoportokban és alcsoportokban (n = 4820).....	67
7. táblázat: A diagnosztizált szénhidrátanyagcsere-zavar típusai a vizsgált csoportokban és alcsoportokban (n = 4820)	69
8. táblázat: A szénhidrátanyagcsere-zavar diagnóziskor fennálló életkorának leíró statisztikai jellemzői a vizsgált csoportokban.....	71
9. táblázat: A szénhidrátanyagcsere-zavar diagnóziskor fennálló életkorának összehasonlítása független mintás t-próbával a hon- és rendvédelmi és a civil csoport között.....	71
10. táblázat: A diagnóziskori életkor varianciáinak azonosságát vizsgáló Brown–Forsythe-próba eredményei.....	72
11. táblázat: A diagnóziskor fennálló életkor összehasonlítása a civil csoport, a honvédségi és a rendvédelmi alcsoport között egytényezős varianciaanalízissel	72
12. táblázat: A diagnóziskor fennálló életkor leíró statisztikai jellemzői a civil csoportban, valamint a honvédségi és rendvédelmi alcsoportokban.....	73
13. táblázat: A diagnóziskor fennálló életkor csoportonkénti páronkénti összehasonlítása Tukey-féle utólagos összehasonlítás alapján	73
14. táblázat: A szénhidrátanyagcsere-zavar felismeréséhez vezető laboratóriumi vizsgálatok indikációinak megoszlása a vizsgált mintában és csoportok szerint	74
15. táblázat: A szénhidrátanyagcsere-zavar felismeréséhez vezető laboratóriumi vizsgálatok indikációi és a vizsgálati csoport közötti összefüggés khi-négyzet próba alapján	75
16. táblázat: Szenzitivitási elemzés az „ismeretlen diagnosztikai körülmény” kategória kezelésére.....	76
17. táblázat: A krónikus nagyér-szövődmények státusz szerinti megoszlása a teljes vizsgálati mintában és a csoportokban (n = 4200)	97
18. táblázat: Az elsőként dokumentált krónikus nagyér-szövődmény státusz- és típus szerinti megoszlása a teljes vizsgálati minta érvényes eseteiben (n = 4200)	99
19. táblázat: A szénhidrátanyagcsere-zavar felismerésétől az elsőként dokumentált krónikus nagyér-szövődmény diagnózisáig eltelt betegségtartam leíró statisztikája a teljes vizsgálati mintában és csoportokban.....	101
20. táblázat: A nagyér-szövődmény diagnózisáig eltelt betegségtartam leíró statisztikai jellemzői a teljes vizsgálati mintában és csoportokban, nemek szerint (n = 569)	103
21. táblázat: Az elsőként dokumentált krónikus nagyér-szövődmény diagnosztizálásakor fennálló életkor leíró statisztikai jellemzői a teljes vizsgálati mintában és a csoportokban ..	105
22. táblázat: A nagyér-szövődmény diagnózisakor fennálló életkor leíró statisztikai jellemzői a teljes vizsgálati mintában és a csoportokban, nemek szerint (n = 570) (Forrás: szerző saját szerkesztése.)	106

23. táblázat: A krónikus nagyér-szövődmény jelenlétének megoszlása a teljes vizsgált mintában és a csoportokban (n = 4200)	108
24. táblázat: A krónikus nagyér-szövődmény jelenléte és a hon- és rendvédelmi, illetve civil csoporthovatartozás közötti kapcsolat erősségének mutatói.....	109
25. táblázat: A nagyér-szövődmény diagnózisáig eltelt betegség tartam csoportok közötti összehasonlításának statisztikai eredményei (független mintás t-próba).....	110
26. táblázat: A betegség tartam nemek és csoportok szerinti kétutas varianciaanalízisének eredményei (n = 569).....	111
27. táblázat: A varianciák homogenitásának vizsgálata Levene-próbával	112
28. táblázat: A szövődmény diagnózisakor fennálló életkor csoportok közötti összehasonlításának statisztikai eredményei (független mintás t-próba).....	113
29. táblázat: A krónikus nagyér-szövődmények diagnózisakor fennálló életkor csoportok közötti különbségének hatásmérete (Cohen-féle d).....	113
30. táblázat: A diagnózisakor fennálló életkor nemek és csoportok szerinti kétutas varianciaanalízisének eredményei (n = 570).....	115
31. táblázat: A varianciák homogenitásának vizsgálata Levene-próbával a diagnózisakor fennálló életkor esetében.....	115
32. táblázat: A vizsgálati populáció leíró életkori jellemzői a honvédségi és rendvédelmi állományban, valamint a teljes vizsgált populációban (n = 266).....	131
33. táblázat: A FINDRISC kérdőív egyes kérdéseire adott válaszok leíró statisztikai jellemzői és a maximális pontszámhoz viszonyított relatív terheltség a vizsgálati populációban (n = 266)	134
34. táblázat: A FINDRISC kérdőív egyes kockázati tényezőinek előfordulási aránya a vizsgálati populációban (n = 266).....	136
35. táblázat: A FINDRISC kockázati kategóriák megoszlása a 40–44 éves és a ≥ 45 éves korcsoportban (n = 49, illetve n = 217)	137
36. táblázat: A FINDRISC-kérdőív egyes kockázati tényezőinek előfordulása a 40–44 éves (n = 49) és a ≥ 45 éves (n = 217) korcsoportban.....	138
37. táblázat: Az OGTT-re irányított résztvevők megoszlása nem, életkor és szolgálati hovatartozás szerint a FINDRISC-kérdőív alapján (n = 266).....	140
38. táblázat: Az OGTT-re irányított résztvevők megjelenése a laboratóriumi vizsgálaton nem, életkor és szolgálati hovatartozás szerint (n = 92).....	141
39. táblázat: Az OGTT eredményei alapján meghatározott szénhidrátanyagcsere-állapotok megoszlása a vizsgálati populációban (n = 31)	142
40. táblázat: Az OGTT során mért éhomi és 120 perces vércukorértékek leíró statisztikai jellemzői (n = 31).....	143
41. táblázat: A HbA1c vizsgálat eredményei alapján meghatározott szénhidrátanyagcsere-állapotok megoszlása a vizsgálati populációban (n = 30).....	144
42. táblázat: A HbA1c értékek leíró statisztikai jellemzői a vizsgálati populációban (n = 30)	144
43. táblázat: A szénhidrátanyagcsere-állapotok megoszlása az OGTT eredményei alapján a 40–44 éves és a ≥ 45 éves korcsoportban (n = 31)	145
44. táblázat: A szénhidrátanyagcsere-állapotok megoszlása a HbA1c-eredmények alapján a 40–44 éves és a ≥ 45 éves korcsoportban (n = 30)	145

45. táblázat: A FINDRISC ≥ 12 pontszám alapján kiválasztott és OGTT-vel kivizsgált alcsoportban a kóros OGTT-eredmények arányának binomiális aránybecslése és 95%-os konfidencia-intervalluma (n = 31) (Forrás: szerző saját szerkesztése.)	147
46. táblázat: A terheléses vércukorvizsgálaton való megjelenési arány a FINDRISC ≥ 12 pontszámú populációban (n = 92)	150
47. táblázat: A CGMS-alvizsgálatban résztvevő populáció leíró statisztikai jellemzői	172
48. táblázat: A CGMS során nyert alapvető paraméterek leíró statisztikai jellemzői a teljes vizsgálati populációban (n = 30)	174
49. táblázat: A CGMS-alapú glikémiás paraméterek FINDRISC kockázati kategóriák szerinti megoszlása a vizsgálati populációban (n = 30)	178
50. táblázat: CGMS-paraméterek leíró statisztikája az OGTT-indikáció szerint képzett alcsoportokban (n = 30)	182
51. táblázat: A laboratóriumi vizsgálati eredmények és a CGMS-paraméterek leíró statisztikai jellemzői (n = 16)	183
52. táblázat: A CGMS-paraméterek leíró statisztikai jellemzői az OGTT alapján meghatározott szénhidrátanyagcsere-állapot szerint	185
53. táblázat: A CGMS-paraméterek leíró statisztikai jellemzői a HbA1c érték alapján meghatározott szénhidrátanyagcsere-állapot szerint (n = 15)	186
54. táblázat: A FINDRISC-összpontszám és a CGMS-paraméterek közötti korreláció	187
55. táblázat: A CGMS-paraméterek varianciáinak vizsgálata Levene-próbával a FINDRISC-kockázati kategóriák szerint (n = 30)	188
56. táblázat: A CGMS-paraméterek összehasonlítása FINDRISC-kockázati kategóriák szerint (Brown–Forsythe korrigált egyutas varianciaanalízis, n = 30)	189
57. táblázat: A CGMS-paraméterek varianciáinak vizsgálata Levene-próbával az OGTT-indikáció alapján képzett alcsoportok szerint (n = 30)	190
58. táblázat: A CGMS-paraméterek összehasonlítása az OGTT-indikáció alapján képzett alcsoportok között (független mintás t-próba, n = 30)	191
59. táblázat: A CGMS-paraméterek és az OGTT-eredmények közötti korrelációk (Pearson, n = 16)	192
60. táblázat: A CGMS-paraméterek és a HbA1c-érték közötti korrelációk (Pearson, n = 15)	193
61. táblázat: A CGMS-paraméterek elkülönítő képessége az OGTT-indikáció (FINDRISC	195

5. melléklet: Ábrák jegyzéke

1. ábra: A diabéteszben szenvedők globális száma korcsoportonként (20–79 év) 2024-ben és 2050-ben	24
2. ábra: A diabétesz globális prevalenciájának előrejelzése a 20–79 éves korosztályban, 2025–2050 között.....	28
3. ábra: A 2-es típusú diabétesz kialakulása és progressziója a fő anyagcserefolyamatok és a szövődmények kialakulásának időbeli összefüggéseiben.....	35
4. ábra: A folyamatos szöveti glükóz-monitorozó rendszerek működési elve és az adatáramlás	47
5. ábra: A szenzoradatok alapján készült összefoglaló riport	49
6. ábra: A vizsgált minta nemek szerinti megoszlása.....	64
7. ábra: Életkori megoszlás ötéves életkori csoportok szerint a vizsgált csoportokban	65
8. ábra: A szénhidrátanyagcsere-zavar felismeréséhez vezető diagnosztikus körülmények megoszlása a hon- és rendvédelmi és a civil csoportban (n = 4820).....	68
9. ábra: A diagnosztizált szénhidrátanyagcsere-zavar típusainak megoszlása (%) vizsgált csoportokban (n = 4811)	69
10. ábra: A szénhidrátanyagcsere-zavar diagnóziskori életkorának megoszlása nemek szerint (n = 4808).....	70
11. ábra: A szénhidrátanyagcsere-zavar diagnózisok száma a teljes populációban 5 éves időszakok szerint (n = 4808).....	83
12. ábra: A krónikus nagyér-szövődmények megoszlása a teljes vizsgálati mintában és a csoportokban (n = 4200)	97
13. ábra: Az elsőként dokumentált krónikus nagyér-szövődmények típus szerinti megoszlása az érvényes esetek körében (n = 579)	98
14. ábra: Az elsőként dokumentált krónikus nagyér-szövődmények esetszáma nemek és típusok szerint (n = 579)	100
15. ábra: A nagyér-szövődmény diagnózisáig eltelt betegségtartam megoszlása a vizsgált csoportokban	101
16. ábra: A nagyér-szövődmény diagnózisáig eltelt betegségtartam megoszlása a vizsgált csoportokban, nemek szerint (n = 569).....	103
17. ábra: A nagyér-szövődmény diagnosztizálásakor fennálló életkor megoszlása a vizsgált csoportokban	105
18. ábra: A nagyér-szövődmény diagnózisakor fennálló életkor megoszlása a két csoportban, nemek szerint (n = 570)	107
19. ábra: A vizsgált populáció megoszlása a hon- és rendvédelmi állomány szerint (n = 266)	130
20. ábra: A vizsgálati populáció nemek szerinti megoszlása (n = 266)	130
21. ábra: A vizsgálati populáció életkori megoszlása korcsoportok szerint	131
22. ábra: A FINDRISC kérdőívvel elért összpontszámok eloszlása a vizsgálati populációban (n = 266).....	132
23. ábra: A vizsgálati populáció megoszlása a FINDRISC kérdőív összpontszáma alapján (n = 266).....	133
24. ábra: A FINDRISC kockázati kategóriák megoszlása a 40–44 éves és a ≥ 45 éves korcsoportban.....	137
25. ábra: A FINDRISC-kockázati tényezők megoszlása életkori alcsoportok szerint.....	139

26. ábra: A FINDRISC-alapú kockázatszűrés és az OGTT-vel végzett kivizsgálás lépései a vizsgálati populációban.....	141
27. ábra: Sibionics GS1 CGMS egy alvizsgálatban résztvevő bal felkarjának oldalsó-hátsó felületére felhelyezve	165
28. ábra: A glikémiás tartományokban eltöltött idő értelmezési keretei standard és szűk normoglikémiás megközelítésben.....	168
29. ábra: Az átlagos szöveti glükózsztint és a GMI alakulása a FINDRISC-kockázati kategóriák szerint (n = 30)	175
30. ábra: Glikémiás variabilitás különböző aspektusainak alakulása a FINDRISC-kockázati kategóriák szerint (n = 30)	176
31. ábra: A glikémiás tartományokban eltöltött idő átlagának megoszlása FINDRISC-kockázati kategóriák szerint (n = 30).....	177
32. ábra: Az átlagos szöveti glükózérték és a GMI alakulása OGTT-indikáció szerint	179
33. ábra: Glikémiás variabilitás különböző aspektusainak alakulása az OGTT-indikáció szerint (n = 30).....	180
34. ábra: A glikémiás tartományokban eltöltött idő átlagának megoszlása az OGTT-indikáció függvényében (n = 30).....	181
35. ábra: A CGMS-paraméterek ROC-görbéi az OGTT-indikáció (FINDRISC $\geq$ 12 pont) elkülönítésére (n = 30)	194

6. melléklet: Az értekezés kohéziós táblázata

1. fejezet	Tudományos probléma	1. Nem állnak rendelkezésre összehasonlító adatok arra vonatkozóan, hogy a szénhidrátanyagcsere-zavar felismerésének életkori és diagnosztikai mintázata különbözik-e a hon- és rendvédelmi állomány és a civil populáció között. Továbbá nem történt olyan rendszerszintű elemzés, amely az alkalmassági vizsgálatok szerepét a felismerés időzítésében és módjában értékelte volna.
	Hipotézis	H.1. Feltételezem, hogy a diabetológiai gondozásban részesülő hon- és rendvédelmi dolgozók és civil egyének között a szénhidrátanyagcsere-zavar diagnosztikai jellemzői eltérnek. A hon- és rendvédelmi csoportban a felismerés későbbi életkorban történik, és gyakrabban kapcsolódik alkalmassági vizsgálatához, míg ritkábban panasz- vagy tünet, illetve szövődmények kapcsán történő felismeréshez.
	Kutatási célok	1.1. A diagnóziskori életkor összehasonlító vizsgálata. 1.2. A felismeréshez vezető diagnosztikai utak feltárása és összehasonlítása. 1.3. A diagnóziskor megállapított szénhidrátanyagcsere-zavar típusainak elemzése.
	Kutatási módszerek	Retrospektív, összehasonlító megfigyeléses vizsgálat. Adatforrás: ÉPC–HK Diabetológia Szakrendelésen gondozott betegek anonimizált dokumentációja (2019–2023). Leíró statisztikai elemzés, független mintás t-próba (Welch-korrekcióval), kategorikus változók χ^2 -próbával történő összehasonlítása, nemek szerinti rétegzett elemzés és hatásméret-bebecslés.
	Eredmények	Az 1. hipotézis részben igazolódott: a diagnóziskori életkor nem különbözött szignifikánsan, azonban a diagnosztikai utak megoszlása eltért; a hon- és rendvédelmi csoportban gyakoribb volt az alkalmassági vizsgálatához kötött felismerés. A kockázatalapú szűrés szerepe mindkét populációban csekély volt.

2. fejezet	Tudományos probléma	2. Nem állnak rendelkezésre olyan összehasonlító adatok, amelyek egyértelműen megítélhetővé tennék, hogy a 2-es típusú cukorbetegség krónikus nagyér-szövődményeinek gyakorisága és a betegség fennállásának időtartamához viszonyított megjelenése különbözik-e a hon- és rendvédelmi állomány és a civil populáció körében.
	Hipotézis	H.2. Feltételezem, hogy a diabetológiai gondozásban részesülő hon- és rendvédelmi dolgozók és civil egyének között különbség mutatkozik a T2DM krónikus nagyér-szövődményeinek előfordulásában azzal, hogy a hon- és rendvédelmi csoportban a szövődmények alacsonyabb gyakorisággal és hosszabb betegségtartam mellett jelennek meg.
	Kutatási célok	2.1. A nagyér-szövődmények előfordulási gyakoriságának összehasonlítása. 2.2. A szövődménytípusok megoszlásának elemzése. 2.3. A szövődmények időbeli megjelenésének vizsgálata életkor és betegségtartam szerint.
	Kutatási módszerek	Retrospektív, összehasonlító megfigyeléses vizsgálat. Adatforrás: ÉPC–HK Diabetológia Szakrendelésen gondozott betegek anonimizált dokumentációja (2019–2023). Leíró statisztikai elemzés, kategorikus változók χ^2 -próbával történő összehasonlítása, folytonos változók kétmintás összehasonlító próbái, valamint nemek szerinti rétegzett elemzés a szövődmények előfordulásának és időbeli megjelenésének vizsgálatára.
	Eredmények	A 2. hipotézis igazolódott: Az elsőként dokumentált krónikus nagyér-szövődmények előfordulási gyakorisága a hon- és rendvédelmi csoportban szignifikánsan alacsonyabb volt a civil populációhoz képest. A szövődmények hosszabb betegségtartamot követően és magasabb életkorban kerültek dokumentálásra.

3. fejezet	Tudományos probléma	3. Nem áll rendelkezésre evidencia arra vonatkozóan, hogy a civil populációban validált, FINDRISC kérdőívre épülő kockázatalapú szűrés alkalmazható-e a hon- és rendvédelmi állomány sajátos szolgálati környezetében a szénhidrátanyagcsere-zavar korai felismerésére.
	Hipotézis	H.3. Igazolni kívánom, hogy a magyar hon- és rendvédelmi szervek cukorbetegségben nem szenvedő állományában a kockázatalapú FINDRISC-kérdőív és az eredménye alapján elvégzett terheléses vércukorvizsgálat alkalmas a fokozott kockázatú, illetve a cukorbetegség kórmegelőző állapotában lévő egyének korai azonosítására.
	Kutatási célok	3.1. A FINDRISC-alapú kockázatbecslés hatékonyságának vizsgálata. 3.2. A célzott OGTT diagnosztikus hozamának és populációs hatékonyságának elemzése.
	Kutatási módszerek	Prospektív, keresztmetszeti megfigyeléses klinikai vizsgálat. FINDRISC-kérdőív alkalmazása, eredményének függvényében OGTT és HbA _{1c} vizsgálat végzése. Leíró statisztikai elemzés, csoportközi összehasonlító vizsgálatok (paraméteres és nemparaméteres próbák), korrelációs elemzés, valamint ROC-analízis a CGM-paraméterek diagnosztikus diszkriminációs képességének értékelésére.
	Eredmények	A FINDRISC-alapú, lépcsőzetes szűrés alkalmasnak bizonyult a fokozott kockázatú egyének célzott kiválasztására és a korábban nem ismert szénhidrátanyagcsere-zavarok felismerésére. A módszer diagnosztikus hatékonyságát az alacsony Number Needed to Screen (NNS) érték igazolta, megerősítve a kockázatalapú szűrés gyakorlati alkalmazhatóságát a vizsgált populációban.

4. fejezet	Tudományos probléma	4. Nem áll rendelkezésre elegendő evidencia arra vonatkozóan, hogy a folyamatos szöveti glükóz-monitorozásból származó paraméterek alkalmasak-e a szénhidrátanyagcsere-zavar korai stádiumainak azonosítására a hon- és rendvédelmi állományban. Emellett nem került rendszerszintű vizsgálatra, hogy e technológia integrálható-e a kockázatalapú szűrési modellbe a szolgálati alkalmasság támogatása érdekében.
	Hipotézis	H.4. Feltételezem, hogy a folyamatos szöveti glükóz-monitorozási technológia alkalmas a magyar hon- és rendvédelmi állományban a szénhidrátanyagcsere-zavar korai felismerésére, valamint a cukorbetegség kialakulása szempontjából fokozott kockázatú egyének célzott azonosítására.
	Kutatási célok	4.1. CGM-paraméterek vizsgálata FINDRISC-kategóriák mentén. 4.2. CGM és OGTT eredmények összehasonlítása. 4.3. Korai glikémiás eltérések elemzése.
	Kutatási módszerek	Prospektív, keresztmetszeti megfigyeléses klinikai alvizsgálat. Leíró statisztikai elemzés, csoportközi összehasonlító vizsgálatok (paraméteres és nemparaméteres próbák), korrelációs elemzés, valamint ROC-analízis a CGM-paraméterek diagnosztikus diszkriminációs képességének értékelésére.
	Eredmények	A folyamatos szöveti glükózmonitorozás képes volt kimutatni a korai glikémiás eltéréseket, és szignifikáns kapcsolatot mutatott a terheléses vércukorvizsgálat eredményeivel. A CGM-paraméterek diszkriminációs képessége mérsékeltnak bizonyult, ezért a módszer önálló szűrőeszközként nem, azonban kiegészítő diagnosztikai eljárásként alkalmazhatónak igazolódott a korai szénhidrátanyagcsere-zavar felismerésében.

7. melléklet: Köszönetnyilvánítás

A dolgozat elkészítése hosszú szakmai és személyes folyamat eredménye, amely számos ember támogatása, bizalma és együttműködése nélkül nem valósulhatott volna meg.

Mindenekelőtt hálával tartozom szüleimnek azért a biztos háttérért és értékrendért, amelyben a tanulás, a kitartás és a tudás iránti nyitottság meghatározó szerepet kapott. Szemléletük alapozta meg azt a meggyőződésemet, hogy a tudás nem csupán szakmai eszköz, hanem a felelős döntéshozatal és a személyes autonómia egyik alapja is.

Köszönettel tartozom családomnak türelméért, megértéséért és folyamatos támogatásáért. A kutatómunka időigényes folyamata során jelenlétük és biztatásuk nélkülözhetetlen háttérrel biztosított a munkához.

Külön köszönettel tartozom témavezetőimnek, Dr. Kóródi Gyula és Dr. Sandra Sándor professzor uraknak, akik szakmai iránymutatásukkal, kritikus szemléletükkel és következetes támogatásukkal végigkísérték kutatómunkámat. Tanácsaik és szakmai meglátásaik alapvetően hozzájárultak ahhoz, hogy a kutatás tudományosan megalapozott és strukturált formában valósulhasson meg.

Köszönetemet fejezem ki a Magyar Honvédség Egészségügyi Központ részéről Dr. Fejes Zsolt orvos ezredes parancsnok úrnak, aki lehetővé tette és támogatta a honvédelmi állomány körében végzett szűrővizsgálatok megvalósítását, ezáltal jelentős mértékben hozzájárulva a kutatás gyakorlati kivitelezéséhez.

Hálával tartozom továbbá Dr. Sabjanics István tábornok úrnak, akinek támogatása révén a vizsgálatok több rendvédelmi szervre is kiterjeszthetők voltak, elősegítve a kutatás szélesebb védelmi szervezeti környezetben történő megvalósítását.

Köszönettel tartozom közvetlen kollégáimnak, elsősorban Trendlné Mandl Hajnalkának és Páll Krisztinának, valamint mindazon szakmai munkatársaknak és együttműködő partnereknek, akik szakmai hozzájárulásukkal és értékes észrevételeikkel támogatták a kutatás megvalósítását.

Külön köszönettel tartozom a vizsgálatok résztvevőinek, akik bizalmukkal és együttműködésükkel lehetővé tették a kutatás megvalósulását.