

SEMMELWEIS EGYETEM
DOKTORI ISKOLA

Ph.D. értekezések

3498.

CSÖRNYEI-KELEMEN ÁGNES

Interdiszciplináris alkalmazott egészségtudományok
című program

Programvezető: Dr. Vingender István, habilitált főiskolai tanár

Témavezető: Dr. Balogh Zoltán, főiskolai tanár

Egészségügyi ellátással összefüggő fertőzések,
antimikrobiális rezisztencia és a kézhigiénés
gyakorlat összefüggései intenzív osztályos
környezetben

Doktori értekezés

Csörnyei-Kelemen Ágnes

Semmelweis Egyetem
Doktori Iskola
Egészségtudományi Tagozat



Témavezető: Dr. Balogh Zoltán PhD, főiskolai tanár

Hivatalos bírálók: Dr. Szabó Dóra DSc, egyetemi tanár, az MTA doktora
Burgettiné Dr. Böszörményi Erzsébet PhD, főiskolai
docens, mikrobiológus

Komplex vizsga szakmai bizottság:

Elnök: Dr. Cseh Károly, DSc, professor emeritus

Tagok: Dr. Barcs István, CSc, főiskolai tanár
Dr. Papp László PhD, főiskolai docens

Budapest
2026

Tartalom

Tartalom.....	1
1 Bevezetés.....	7
2 Irodalmi áttekintés.....	9
2.1 Az egészségügyi ellátással összefüggő fertőzések epidemiológiája és terhei	9
2.1.1 Definíciók és adatgyűjtési metodika.....	9
2.1.2 Morbiditási, mortalitási és gazdasági terhek	10
2.1.3 Adatgyűjtési kihívások, módszertani korlátok és összehasonlíthatóság	11
2.1.4 Összegzés.....	11
2.2 Antimikrobiális rezisztencia (AMR), és a Multidrug-Resistant (MDR) kórokozók és az intenzív osztályok sajátosságai	12
2.2.1 Az AMR-fogalom és az MDR-kórokozók legfontosabb csoportjai	12
2.2.2 Intenzív osztályos sajátosságok az AMR szemszögéből	12
2.2.3 Nemzetközi trendek és adataink az AMR-ről.....	13
2.2.4 Rezisztencia viszonyok hazai vonatkozásai	13
2.3 Infekciókontroll és antibiotikum-stewardship (ASP) kapcsolata	14
2.3.1 Az infekciókontroll rendszerszintű jelentősége.....	14
2.3.2 Az antibiotikum-stewardship programok (ASP) célja és működése	14
2.3.3 Az IPC és ASP közötti szinergia	15
2.3.4 Hazai helyzet és kihívások.....	16
2.3.5 Intenzív osztályos környezet.....	16
2.3.6 Összegzés.....	17
2.4 A kézhigiéné szerepe a HAI-k megelőzésében.....	17
2.4.1 A kézhigiéné mint kulcsfontosságú fertőzésmegelőzési beavatkozás	17
2.4.2 Megfelelési arányok és nemzetközi adatok	18
2.4.3 Kézhigiénés megfelelés és HAI-k kapcsolata.....	18

2.4.4	Kihívások és meghatározó tényezők a megfelelésben.....	19
2.4.5	Magyarországi helyzetelemzés	20
2.4.6	Összegzés.....	20
3	Célkitűzések	21
3.1	A kutatás célkitűzései	21
3.2	A kutatás hipotézisei	21
4	Anyag és módszer	22
4.1	Vizsgálati helyszín és időtartam	22
4.2	Vizsgált populáció	23
4.3	Adatgyűjtés és változók	23
4.4	Módszertani korlátok	24
4.5	Az egészségügyi ellátással összefüggő fertőzések definíciója	25
4.6	Statisztikai elemzés	25
4.7	Etikai és adatvédelmi szempontok.....	26
5	Eredmények.....	27
5.1	Egészségügyi ellátással összefüggő fertőzések előfordulása.....	27
5.1.1	A vizsgálati populáció demográfiai és klinikai jellemzői.....	27
5.1.2	Fertőzések előfordulása és általános jellemzői.....	27
5.1.3	Hazai és nemzetközi összehasonlítás.....	28
5.1.4	Eszközhasználathoz kapcsolódó fertőzések	28
5.1.5	Fertőzések típus szerinti megoszlása	29
5.1.6	Kórokozók megoszlása és fertőzéstípushoz kötődése	29
5.1.7	Multirezisztens kórokozók (MDRO-k).....	30
5.1.8	Halálozás és ápolási idő	31
5.1.9	A nemzetközi és hazai adatok összehasonlíthatóságának korlátai ..	31
5.1.10	A Nemzeti Nosocomialis Surveillance Rendszer (NNSR) felépítése és jelentősége	32
5.2	Egészségügyi ellátással összefüggő fertőzések kockázati tényezőinek vizsgálata	34

5.2.1	Társ- és alapbetegségek hatása	34
5.2.2	Osztályok közötti különbségek és a kézhigiénés gyakorlat szerepe	35
5.2.3	Alsó légúti fertőzések rizikótényezői	35
5.2.4	Centrális érkatéter használatával összefüggő fertőzések	35
5.2.5	Húgyúti fertőzések kockázati tényezői	36
5.2.6	MDRO-pozitivitás és kockázati tényezők	36
5.2.7	Antibiotikum-használat és rezisztencia kapcsolata	37
5.2.8	Kórházi tartózkodás időtartama és fertőzés-kockázat.....	38
5.2.9	Halálozás és klinikai kimenetel	38
5.3	Egészségügyi ellátással összefüggő fertőzések és a kézhigiéné kapcsolata	38
5.3.1	Fertőzésmegoszlás az egyes részlegeken.....	38
5.3.2	A kézhigiénés megfelelés és a HAI-k kapcsolata.....	39
5.3.3	Az oktatás és visszacsatolás hatása.....	42
5.3.4	A munkaterhelés hatása	43
5.3.5	A szakmai csoportok közötti különbségek	43
5.3.6	A kézhigiénés „öt momentum” szerinti megfelelés.....	45
5.3.7	A kesztyűhasználati szokások és a kézhigiéné kapcsolata	46
6	Megbeszélés	47
6.1	Az egészségügyi ellátással összefüggő fertőzések előfordulása és típusai	48
6.2	A kórokozók és az antimikrobiális rezisztencia mintázatai	48
6.3	A fertőzések és MDRO-pozitivitás kockázati tényezői	49
6.3.1	A kézhigiénés megfelelés és oktatási intervenció hatása	49
6.4	Klinikai és egészségpolitikai jelentőség	50
6.5	A kutatási hipotézisek értékelése	50
6.6	Összefoglaló értékelés	51
7	Következtetések	53

8	Összefoglalás.....	55
9	Szerzői publikációk	56
9.1	Értekezéshez kapcsolódó publikációk	56
9.2	Bírálat alatt álló közlemények	56
10	Köszönetnyilvánítás	56
11	Hivatkozási jegyzék	58
12	Mellékletek.....	66
12.1	Melléklet 1. ábra	66
12.2	Melléklet 2. ábra	67
12.3	Melléklet 3. ábra	68
12.4	Melléklet 4. ábra	69
12.5	Melléklet 5. ábra	70
12.6	Melléklet 6. ábra	71
12.7	Melléklet 7. ábra	72
12.8	Melléklet 8. ábra	73
12.9	Melléklet 9. ábra	74
12.10	Melléklet 10. ábra	75
12.11	Melléklet 11. ábra	76
12.12	Melléklet 12. ábra	77
12.13	Melléklet 13. ábra	78
12.14	Melléklet 14. ábra	79
12.15	Melléklet 15. ábra	80
12.16	Melléklet 16. ábra	81
12.17	Melléklet 17. ábra	82
12.18	Melléklet 18. ábra	83
12.19	Melléklet 19. ábra	84
12.20	Melléklet 20. ábra	85
12.21	Melléklet 21. ábra	86

Rövidítések jegyzéke

Rövidítés	Angol megnevezés	Magyar jelentés
AMR	Antimicrobial Resistance	Antimikrobiális rezisztencia
ANOVA	Analysis of Variance	Varianciaanalízis
ASP	Antimicrobial Stewardship Program	Antimikrobiális-terápia felügyeleti program
BSI	Bloodstream Infection	Véráramfertőzés
CAUTI	Catheter-Associated Urinary Tract Infection	Katéterhez társuló húgyúti fertőzés
CDC	Centers for Disease Control and Prevention	Amerikai Betegségmegelőzési és Járványügyi Központ
CDI	<i>Clostridioides difficile</i> Infection	<i>Clostridioides difficile</i> fertőzés
CI	Confidence Interval	Konfidenciaintervallum
CLABSI	Central Line-Associated Bloodstream Infection	Centrális katéterhez társuló véráramfertőzés
CRAB	Carbapenem-Resistant <i>Acinetobacter baumannii</i>	Karbapenemrezisztens <i>Acinetobacter baumannii</i>
CRE	Carbapenem-Resistant <i>Enterobacterales</i>	Karbapenemrezisztens <i>Enterobacterales</i>
CV	Coefficient of Variation	Variációs koefficiens
CVC	Central Venous Catheter	Centrális vénás katéter
DAI	Device-Associated Infection	Eszközhasználathoz társuló fertőzés
DDD	Defined Daily Dose	Meghatározott napi gyógyszeradag
EARS-Net	European Antimicrobial Resistance Surveillance Network	Európai antimikrobiális rezisztencia surveillance hálózat
ECDC	European Centre for Disease Prevention and Control	Európai Betegségmegelőzési és Járványügyi Központ

EEÖF	Healthcare-Associated Infection	Egészségügyi ellátással összefüggő fertőzés
ESBL	Extended-Spectrum Beta-Lactamase	Széles spektrumú β -laktamáz
EU/EEA	European Union / European Economic Area	Európai Unió / Európai Gazdasági Térség
EUCAST	European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing	Európai Antimikrobiális Érzékenységvizsgálati Bizottság
GDPR	General Data Protection Regulation	Általános adatvédelmi rendelet
HAI	Healthcare-Associated Infection	Egészségügyi ellátással összefüggő fertőzés
HR	Hazard Ratio	Hazárd arány
ICU	Intensive Care Unit	Intenzív osztály
IPC	Infection Prevention and Control	Infekcióprevenció és -kontroll
LRTI	Lower Respiratory Tract Infection	Alsó légúti fertőzés
	Matrix-Assisted Laser	Mátrixasszisztált
MALDI-TOF	Desorption/Ionization Time-of-Flight	lézerdeszorpciós/ionizációs repülési idő tömegspektrometria
MDR	Multidrug-Resistant	Multirezisztens
MDRO	Multidrug-Resistant Organism	Multirezisztens kórokozó
MECO	Multidrug-Resistant <i>Escherichia coli</i>	Multirezisztens <i>Escherichia coli</i>
MKLE/CRKL	Multidrug-Resistant / Carbapenem-Resistant <i>Klebsiella pneumoniae</i>	Multirezisztens / karbapenemrezisztens <i>Klebsiella pneumoniae</i>

MRSA	Methicillin-Resistant <i>Staphylococcus aureus</i>	Methicillinrezisztens <i>Staphylococcus aureus</i>
NHSN	National Healthcare Safety Network	Amerikai egészségügyi surveillance hálózat
NICU	Neonatal Intensive Care Unit	Újszülött intenzív osztály
NNK	National Public Health Center	Nemzeti Népegészségügyi Központ
NNSR	National Nosocomial Surveillance System	Nemzeti Nosocomiális Surveillance Rendszer
OR	Odds Ratio	Esélyhányados
PCR	Polymerase Chain Reaction	Polimeráz-láncreakció
PNA	Peptide Nucleic Acid	Peptid-nukleinsav
PPS	Point Prevalence Survey	Pontprevalencia-vizsgálat
RR	Relative Risk	Relatív kockázat
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences	Statisztikai elemzőprogram
SSI	Surgical Site Infection	Sebészeti sebfertőzés
UTI	Urinary Tract Infection	Húgyúti fertőzés
VAP	Ventilator-Associated Pneumonia	Ventilátor-asszociált pneumónia
VRE	Vancomycin-Resistant <i>Enterococcus</i>	Vancomycinrezisztens <i>Enterococcus</i>
WHO	World Health Organization	Egészségügyi Világszervezet

1 Bevezetés

Az egészségügyi ellátással összefüggő fertőzések (Healthcare-Associated Infections, HAIs) Magyarországon az egyik legjelentősebb betegbiztonsági kihívást jelentik. A fertőzések a klinikai kimenetelen túl jelentős gazdasági terhet is rónak az ellátórendszerekre, valamint veszélyeztetik az ellátás minőségét [1-4]. A HAI-k különösen gyakoriak az intenzív osztályokon, ahol a súlyos alapbetegségek, az invazív

eszközök gyakori alkalmazása és a hosszabb hospitalizáció egyaránt fokozzák a fertőzések kialakulásának kockázatát [5, 6].

A nemzetközi adatok szerint az intenzív osztályon kezelt betegek jelentős hányada (30–50%-a) szenved legalább egy egészségügyi ellátással összefüggő fertőzésben [1, 3, 6]. Az Európai Betegségmegelőzési és Járványügyi Központ (ECDC) és az amerikai Centers for Disease Control and Prevention (CDC) surveillance adatai alapján az alsó légúti fertőzések (a ventilátor-asszociált pneumónia, VAP), a húgyúti katéterhez társuló fertőzések (CAUTI) és a centrális kanülhöz kapcsolódó véráramfertőzések (CLABSI) jelentik a legnagyobb problémát az intenzív osztályos infekciók között [7, 8]. Magyarországon a Nemzeti Nosocomialis Surveillance Rendszer (NNSR) gyűjti a HAI-ra vonatkozó adatokat. A NNSR-adatok szerint 2022-ben az intenzív osztályokon a HAI-k incidenciasűrűsége 14 eset volt 1 000 ápolási napra vetítve. A leggyakoribb fertőzéstípusok pedig a pneumónia, a véráramfertőzés és a húgyúti fertőzés voltak [9].

A HAI-k mellett az antimikrobiális rezisztencia (AMR) is mindennapi kihívást jelent az infekciókontroll szakemberek és a klinikusok számára. A multirezisztens kórokozók közül legnagyobb klinikai jelentőséggel az ún. „ESKAPE” csoport tagjai bírnak (*Enterococcus faecium*, *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae*, *Acinetobacter baumannii*, *Pseudomonas aeruginosa* és *Enterobacter spp.*) az egészségügyi ellátással összefüggő fertőzések kórokozói között [10]. A Nemzeti Nosocomialis Surveillance Rendszer (NNSR) 2023. évi adatai szerint a multirezisztens kórokozók által okozott fertőzések száma 6642 volt. Leggyakoribb a methicillin-rezisztens *S. aureus* (MRSA), a carbapenemrezisztens *A. baumannii* (CRAB) és a *K. pneumoniae* (MKLE/CRKL), valamint az ESBL-termelő *E. coli* (MECO) [9]. Az Európai Unió területén az antimikrobiális rezisztencia évente több tízezer halálesethez köthető. Magyarországon is aggasztó a karbapenemrezisztens Gram-negatív baktériumok – így a carbapenemrezisztens *Acinetobacter baumannii* (CRAB) – terjedése [5, 9].

Semmelweis Ignác 19. századi, kézhigiénére vonatkozó felismerése máig az infekciókontroll alapjának tekinthető [11, 12]. A megfelelő időben és módon alkalmazott kézhigiéné jelentősen csökkentheti a fertőzések kialakulásának kockázatát. A WHO „5 Moments for Hand Hygiene” ajánlásának köszönhetően lehetővé vált a kézhigiénés megfelelés mérése [12]. Kutatások eredményei alapján az oktatás, a folyamatos megfigyelés és visszacsatolás hatékonyan növeli a megfelelési arányt, és ezáltal csökkenti

a HAI-k előfordulását [13-15]. Személyes tapasztalataim szerint az egészségügyi dolgozók tisztában vannak a kézhigiéné jelentőségével, ennek ellenére nem alkalmazzák következetesen a gyakorlatban. Amíg nem szembesülnek a saját megfelelésük eredményeivel, hajlamosak azt túlértékelni.

Hazánkban a kézhigiénés megfelelés mérése és visszajelzése még nem egységes, kevés adat áll rendelkezésre az oktatás, a munkaidő-terhelés és az egészségügyi dolgozók szakmai összetételének hatásáról. Az intenzív osztályokon végzett korábbi vizsgálatok eredményei szerint a kézhigiénés megfelelés alacsonyabb az orvosok, mint az ápolók körében, és a túlmunka, valamint a stressz negatívan befolyásolja azt [14, 15].

Az értekezés célja az említett problémák komplex vizsgálata. A három, egy éves időtartamot felölelő kutatás egységes mintán (1002 intenzív osztályos beteg) alapul, és vizsgálja:

- a HAI-k előfordulását, típusait és kórokozó-spektrumát,
- az antimikrobiális rezisztencia mintázatait és azok területi különbségeit,
- a kézhigiénés megfelelés és a fertőzések incidenciája közötti kapcsolatot,
- valamint a fertőzések kialakulását befolyásoló fő kockázati tényezőket, különös tekintettel az invazív eszközhasználatra, a betegterheltségre és a humán tényezőkre.

A komplex, epidemiológiai és a megfigyelés módszerét ötvöző kutatás révén olyan intézményi és országos szinten is alkalmazható javaslatok fogalmazhatók meg, amelyek a betegbiztonság növelését, a fertőzések megelőzését és a fenntartható infekciókontroll gyakorlatok bevezetését szolgálják. A kutatás megvalósítása és a dolgozat megírása során a gyakorlatban szerzett infekciókontroll tapasztalataim, valamint személyes elköteleződésem motivált.

2 Irodalmi áttekintés

2.1 Az egészségügyi ellátással összefüggő fertőzések epidemiológiája és terhei

2.1.1 *Definíciók és adatgyűjtési metodika*

Az egészségügyi ellátással összefüggő fertőzések a beteg felvételét követően vagy az ellátás során alakulnak ki; az intézménybe történő felvételekor még lappangó

formában sincsenek jelen [8, 16]. A HAI-k nyomon követéséhez és összehasonlíthatóságához az alkalmazott epidemiológiai mutatók közül az incidencia (az új esetek száma adott időszak alatt), az incidenciasűrűség (új esetek száma egy denominátorhoz viszonyítva, például 1 000 ápolási napra, 1 000 eszköz-napra), valamint a prevalencia (egy adott időpontban vagy időszakon belül meglévő esetek aránya) a meghatározóak [17]. Az adatgyűjtés kórházi surveillance-rendszerben történik, ahol alapfeltétel a definíciók egységes alkalmazása, az osztály- és intézménytípus szerinti bontás, valamint (eszközhasználattal összefüggő fertőzések esetén) az invazív eszközhasználati napok (pl. lélegeztetett napok, húgyúti katéter-napok, centrális vénás katéter-napok) rögzítése. Az eszközhasználattal összefüggő fertőzések (device-associated infections, DAI) az invazív eszközök alkalmazását követően alakulnak ki, az incidencia eszköznapra kerül meghatározásra [7-9].

Hazánkban az NNSR a kötelező és kötelezően választható modulok keretében gyűjti az adatokat, beleértve a multirezisztens kórokozók miatt kialakult HAI-kat, a véráramfertőzéseket és a *Clostridioides difficile*-fertőzéseket is. A bejelentési útmutatónak megfelelően, többek között rögzítendő adat: a „fertőzés kezdete”, „ápolási nap”, „eszköz-nap”; valamint az, hogy az adat milyen osztálytípusból (pl. intenzív osztály) származik [9]. Az adatok összehasonlíthatóságának feltétele az epidemiológiai mutatók, illetve az ellátási egység típusának illesztése.

2.1.2 Morbiditási, mortalitási és gazdasági terhek

A morbiditás és mortalitás jellemzésére az NNSR által közölt adatok állnak rendelkezésre, amelyek alapján az egészségügyi ellátással összefüggő fertőzésekkel érintett ITO-esetek 90,3%-ában (326 esetben) rögzítették a beteg további sorsát az intenzív osztályos ellátási idő végén. Ezen esetek 58,6%-át (191/326) áthelyezték az intenzív osztályról, 40,8%-uk (133/326) elhunyt, 0,6%-uk (2/326) pedig még jelen volt az intenzív osztályon a surveillance-periódus végén [9]. A gazdasági terhek között szerepelnek többek között a hosszabb hospitalizáció (több ápolási nap), a magasabb antibiotikum-felhasználás, az invazív eszközök hosszabb alkalmazása, és az intézményi költségnövekedés. Nemzetközi becslések szerint az EU/EEA-országokban évente több mint 90 000 halálessettel köthető össze a HAI-k okozta komplikáció és több milliárd euróban mérhető az extra költség [19]. Hazai viszonylatban pontos költségadatok nem

állnak széles körben rendelkezésre, azonban az epidemiológiai mutatók, a megnövekedett ápolási napok, eszközhasználati idők, valamint az antibiotikum felhasználás arra utalnak, hogy a HAI-k terjedése Magyarországon is terhelő gazdasági következménnyel jár.

2.1.3 Adatgyűjtési kihívások, módszertani korlátok és összehasonlíthatóság

A HAI-adatok értelmezésekor több módszertani tényezőt figyelembe kell venni. Egyrészt, a definíciók országonként és intézményenként eltérhetnek (pl. mely nap után tekinthető az infekció HAI-nak, mi számít beteg-napnak, eszköz-napnak). Másrészt, az eszköz-napok rögzítése nem mindig teljes körű az intézményekben, ami torzíthatja az eszközasszociált fertőzések kockázatbecslését. Az NNSR adatbázis áttekintése alapján látható, hogy a jelentési fegyelem intézményenként nagyon eltérő. Amennyiben az egyik kórházban több HAI-esetet jelentenek, ott nem feltétlenül rosszabb a helyzet, hanem következetesebb a felderítés és jelentés, ez önmagában torzító tényező lehet. Továbbá, az intenzív osztályok közötti betegpopulációs különbségek (például ellátott betegek súlyossága, eszköz-arány, betegforgalom) az incidenciák eltérését okozhatják, így közvetlen intézmények közötti összehasonlítás során mindig figyelembe kell venni az osztályprofilokat. Végül, a prevalencia-felmérések (PPS) és a prospektív incidenciavizsgálatok módszertana eltérő, ezért az eredmények nem feltétlenül vethetők össze közvetlenül. Az összehasonlításhoz tehát szükséges, hogy az adatokat mindig egységes definíciókkal, denominátorral (ápolási napok, eszköz-napok) és osztály-/intézménytípus szerinti bontással közöljék, ellenkező esetben a nemzetközi vagy hazai adatok félrevezetőek lehetnek [9, 17].

2.1.4 Összegzés

A HAI-k epidemiológiai képét tekintve az akut kórházi ellátásban hospitalizált betegek körében megközelítőleg 6–7%-a HAI-val érintett betegek aránya. Az intenzív ellátásban ez az arány magasabb, és az eszközasszociált fertőzések incidenciái jellemzően eszköz-napra vetítve 1-10 körüli értéket mutatnak [18]. A 2023-as Nemzeti Nosocomialis Surveillance Rendszer (NNSR) jelentése alapján az intenzív osztályokon a centrális vénás katéter-asszociált véráramfertőzés aránya 3,0/1 000 CVC-nap, a húgyúti katéter-asszociált fertőzés 3,1/1 000 katéter-nap, míg a ventilátor-asszociált pneumonia 7,8/1 000 lélegeztetési nap volt. A HAI-khoz kapcsolódó morbiditás és mortalitás, valamint általuk

okozott gazdasági terhek jelentősek, ugyanakkor az adatgyűjtés és az összehasonlítás módszertani korlátai miatt az eredmények korlátozottan általánosíthatóak [17].

2.2 Antimikrobiális rezisztencia (AMR), és a Multidrug-Resistant (MDR) kórokozók és az intenzív osztályok sajátosságai

2.2.1 Az AMR-fogalom és az MDR-kórokozók legfontosabb csoportjai

Az antimikrobiális rezisztencia kialakulása során a mikroorganizmusok – baktériumok, gombák – olyan mechanizmusokat alakítanak ki, amelyek következtében azokra korábban alkalmazott antimikrobiális szerek már nem hatásosak [20]. A multirezisztens kórokozók több különböző antibiotikum-osztállyal szemben is rezisztenciát mutatnak [5, 6]. Az intenzív osztályos ellátás nagy kockázatot jelent a rezisztens kórokozók megjelenésére. Az ún. „ESKAPE” csoport (*Enterococcus faecium*, *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae*, *Acinetobacter baumannii*, *Pseudomonas aeruginosa*, illetve *Enterobacter spp.*) reprezentálja a kórházi környezetben különösen problémás baktériumcsoportokat, melyek magas rezisztenciával és invazív fertőzéssel társulnak [10]. A rezisztencia kialakulását és fennmaradását elősegítő tényezők közé tartozik a plazmidközvetített génátvitel, biofilm-képződés, valamint az invazív eszközök felületén történő kolonizáció [21].

2.2.2 Intenzív osztályos sajátosságok az AMR szemszögéből

Az intenzív osztályos ellátás több olyan elemet tartalmaz, amely elősegíti a rezisztens kórokozók megjelenését és terjedését. Ide sorolható az invazív eszközhasználat (a gépi lélegeztetés, a húgyúti katéterezés és a centrális vénás katéterek alkalmazása), a kritikus állapotú betegek ellátása, valamint a gyakran szükségessé váló széles spektrumú antibiotikum-terápia. Mindezekhez társul a hosszabb hospitalizáció és a jelentős betegforgalom, amelyek tovább növelik a fertőzés kialakulásának kockázatát.

Egy nemzetközi felmérés kimutatta, hogy az európai intenzív osztályos orvosok körében a rezisztens baktériumokkal való fertőzés „nagy problémának” számít az ICU-ban (24,2 %), míg további 33,9 % „mérsékelt problémaként” értékelte azt [22]. Egy másik vizsgálat eredményei alapján a Gram-negatív kórokozók között az ICU-ból származó izolátumok döntő többsége egy antimikrobiális szerrel szemben rezisztenciát mutatott

[23]. Az ún. eszköz-napra vetített incidenciák, valamint az ICU-specifikus rezisztencia-adatok azt mutatják, hogy az intenzív ellátásban a rezisztens kórokozók megjelenése gyakrabban és súlyosabb formában történik [3, 22].

2.2.3 Nemzetközi trendek és adataink az AMR-ről

Az ECDC „EARS-Net” 2023-as adatai alapján az EU/EEA-országokban az invazív (véráramban, liquorban) rezisztens baktériumfertőzések incidenciája továbbra is problémás. A meticillin-rezisztens *Staphylococcus aureus* (MRSA) véráram-fertőzések becsült incidenciája 4,64 / 100 000 lakos volt 2023-ban, míg a karbapenem-rezisztens *Klebsiella pneumoniae* fertőzések esetében 3,97 / 100 000 lakos, azaz 57,5 %-os növekedés a 2019-es adatokhoz képest [24]. A WHO jelentése szerint az európai régióban az antimikrobiális rezisztencia évente megközelítőleg 133 000 halálesethez köthető közvetlenül, és további 541 000 halálesethez közvetetten [25].

A Gram-negatív kórokozók közül az *Acinetobacter* spp. esetében, az invazív izolátumok karbapenemrezisztencia-aránya továbbra is jelentős az európai intenzív osztályokon. Az EARS-Net 2023-as adatai szerint az ICU-ból származó *Acinetobacter* spp. izolátumok 54,0%-a (95% CI: 47,6–60,3) volt karbapenemrezisztens, míg az egész intézményi átlag 35,6% (95% CI: 29,7–42,0) [24]. Egy másik nemzetközi áttekintés szerint a kórházi Gram-negatív kórokozók – különösen a *Klebsiella pneumoniae*, *Acinetobacter baumannii* és *Pseudomonas aeruginosa* – rezisztenciaaránya növekszik, és egyre súlyosabb kihívást jelent a terápiában [1].

2.2.4 Rezisztencia viszonyok hazai vonatkozásai

A Nemzeti Nosocomialis Surveillance Rendszer (NNSR) 2023-as adatai szerint három karbapenemrezisztens *Acinetobacter* spp.-hez köthető intenzív osztályos járványt regisztráltak országosan, összesen 16 fertőzéssel. Bár részletes, több intézményt lefedő hazai incidencia-adatok korlátozottan állnak rendelkezésre, a nemzetközi és regionális trendek alapján Magyarország a délkelet-európai régióhoz tartozik, ahol a rezisztenciaarányok jellemzően magasabbak az EU/EEA-átlagnál [9, 17].

Intenzív osztályokon az antibiotikum felhasználás hazai és nemzetközi vizsgálatok szerint is gyakori: az európai pont-prevalencia vizsgálat (ECDC PPS 2016–2017) alapján a hospitalizált betegek mintegy 30,5 %-a kapott legalább egy

antibiotikumot az akut ellátás során [26]. Mivel az antibiotikum-felhasználás növeli a szelekciós nyomást a rezisztens kórokozók megjelenésére, az intenzív osztályos ellátásban ezek a tényezők összeadódnak és fokozzák a rezisztencia kockázatát [27].

Az MDR-kórokozók jelenléte jelentősen beszűkíti a terápiás lehetőségeket, és gyakran csak a rezerv antibiotikumok maradnak hatékonyak, amelyeknek rendszerint magasabb a toxicitása és korlátozottabb az alkalmazhatósága [1, 25]. A nemzetközi vizsgálatok szerint az intenzív osztályos betegek körében az MDR-kórokozók által okozott fertőzések a halálozás magasabb arányával, a kórházi tartózkodás meghosszabbodásával és a kezelési költségek jelentős növekedésével járnak [22, 24], ezt a megállapítást a saját vizsgálatunk is alátámasztotta.

2.3 Infekciókontroll és antibiotikum-stewardship (ASP) kapcsolata

2.3.1 Az infekciókontroll rendszerszintű jelentősége

Az infekciókontroll (infection prevention and control, IPC) az egészségügyi ellátással összefüggő fertőzések megelőzésének, komplex rendszere. A World Health Organization (WHO) meghatározása szerint az IPC célja, hogy megelőzze az egészségügyi ellátás során szerzett fertőzéseket, csökkentse a betegek, egészségügyi dolgozók és a társadalom egészének kockázatát [29]. Az IPC-tevékenység része többek között a higiénés protokollok (kézhigiéné, izolációs eljárások, steril technikák) betartása, a surveillance-rendszerek működtetése, a személyzet folyamatos oktatása, valamint az infekciós kockázatok rendszeres értékelése. A WHO 2023-as *Global IPC Strategy and Implementation Framework* dokumentuma szerint, monitorozás és fejlesztés céljából minden egészségügyi intézménynek integrált IPC-programmal kell rendelkeznie, amelyet legalább évente értékelnek. Alapelv a többrétegű ellenőrzési rendszer, tehát az egymást kiegészítő egységek (kézhigiéné, eszköz-sterilizálás, környezeti higiéné, oktatás, surveillance) együttes működtetése [5, 30].

2.3.2 Az antibiotikum-stewardship programok (ASP) célja és működése

Az antibiotikum-stewardship olyan szervezett intézményi stratégia, amely célzott intézkedésekkel segíti az antimikrobiális szerek ésszerű alkalmazását, és ezáltal hozzájárul a rezisztens kórokozók szelekciós nyomásának csökkentéséhez, valamint

közvetve az egészségügyi ellátással összefüggő fertőzések előfordulásának mérsékléséhez [31].

Az ASP-programok fő céljai:

- az antibiotikumok indokolatlan használatának csökkentése,
- a megfelelő szer, dózis, időtartam és alkalmazási mód kiválasztása (right drug, dose, duration, route)
- az antibiotikum-felhasználás és rezisztencia trendek monitorozása,
- valamint a klinikai kimenetek javítása és a költségek mérséklése.

A hatékony ASP megvalósításához multidiszciplináris team szükséges (infektológus, mikrobiológus, klinikai gyógyszerész, klinikus, epidemiológus), amely összehangoltan dolgozik az IPC-vel. Az ASP legfontosabb beavatkozásai:

- prospektív audit és visszajelzés (az antibiotikum-rendelések felülvizsgálata és orvosok tájékoztatása),
- előzetes engedélyezés vagy korlátozás meghatározott antibiotikumokra,
- helyi protokollok és terápiás irányelvek kialakítása,
- mikrobiológiai adatok elemzése, rezisztencia-trendek követése,
- oktatás és képzés az antimikrobiális terápia elveiről [32-34].

2.3.3 Az IPC és ASP közötti szinergia

Az infekciókontroll (IPC) és az antibiotikum-stewardship programok egymást erősítő, kölcsönösen függő elemei az antimikrobiális rezisztencia (AMR) és a HAI-k elleni stratégiának. Az IPC célja a fertőzések kialakulásának megelőzése és terjedésük megakadályozása, míg az ASP biztosítja, hogy a kialakult fertőzések kezelése a lehető leghatékonyabban, a rezisztencia-szelekció minimalizálásával történjen. Az ECDC 2023-as *Surveillance of antimicrobial consumption and resistance in healthcare facilities* jelentése kiemeli, hogy az IPC és ASP közös célja az antimikrobiális expozíció csökkentése és a fertőzési lánc megszakítása [35].

Baur és munkatársai 2017-ben publikált szisztematikus áttekintésük és metaanalízisük során kimutatták, hogy az antibiotikum-stewardship programok bevezetése szignifikánsan csökkentette az antibiotikum-rezisztens baktériumokkal történő fertőzések és kolonizációk, valamint a *Clostridioides difficile* fertőzések előfordulását (32%-os csökkenés; IR 0,68; 95% CI: 0,53–0,88), különösen akkor, ha a

programokat infekciókontroll-intézkedésekkel kombinálták [36]. Az integráció kulcsa az adatok megosztása: a mikrobiológiai rezisztencia-adatok (pl. antibiogram-trendek) és az antibiotikum-felhasználási mutatók (DDD/1000 ápolási nap) közös elemzése alapján az intézmények célzott beavatkozásokat dolgozhatnak ki [33-35].

2.3.4 Hazai helyzet és kihívások

Magyarországon az infekciókontroll gyakorlat és az ASP-programok fejlettsége intézményenként eltérő [9]. Bár jogszabály határozza meg intézménytípusonként a személyi feltételek mellett a minimálisan elvégzendő infekciókontroll feladatokat [40], azok gyakorlatban történő alkalmazása és megvalósulása számos egyéb tényező függvénye. Ide sorolható sok esetben a menedzsment támogatása, szervezeti kultúra fejlettsége, beleértve a HAI-k, mint nem várt eseményekkel szemben tanúsított hozzáállását az egészségügyi dolgozóknak.

Az NNSR adatai szerint a karbapenem-felhasználás 2015–2022 között enyhén csökkenő trendet mutatott, ami arra utal, hogy az ASP-programok egyes elemei fokozatosan érvényesülnek [9], ennek ellenére, ahogy a jelen kutatás is alátámasztja, a rezisztencia viszonyok a déleurópai trendeknek megfelelőek [24].

2.3.5 Intenzív osztályos környezet

A kézhigiénés megfelelés (compliance) továbbra is kulcstényező: az ITO-kban mért alkoholos kézfertőtlenítő felhasználás 80–85 ml/ápolási nap között mozgott, ami nemzetközi összehasonlításban mérsékelt, és fejlesztésre szorul [9]. A legnagyobb kihívást a humán erőforrás-hiány, a túlterheltség, a szervezeti kultúra hiányosságai, valamint a visszajelzési rendszer korlátozottsága jelenti [35].

Az intenzív osztályokon az infekciókontroll (IPC) és az antibiotikum-stewardship (ASP) működtetése elengedhetetlen, mivel a fertőzési és rezisztencia-kockázat magasabb [28]. A WHO és az ECDC *ICU stewardship guidance* szerint:

- minden antibiotikum-kezelést naponta újra kell értékelni („antibiotic time-out”),
- az empirikus terápia megkezdése után 48–72 órával a kezelést a mikrobiológiai eredmények alapján módosítani kell,

- a katéter-, kanül- és lélegeztető-eszközök használatát naponta indokolni és dokumentálni kell,
- a kézhigiénés megfelelés ellenőrzése az egyik legfontosabb IPC-indikátor [37].

Az ASP-t az intenzív osztályokon ki kell egészíteni a rapid diagnosztikai technológiák (PCR-, MALDI-TOF-, PNA-tesztek) alkalmazásával, amelyek lehetővé teszik a célzott kezelés gyorsabb megkezdését és a felesleges széles spektrumú antibiotikumok kerülését [34, 38, 39].

2.3.6 Összegzés

Az infekciókontroll és az antibiotikum-stewardship közös működése az AMR- és HAI-ellenes stratégia alapját képezi. Az IPC a megelőzésre, az ASP pedig a racionális kezelésre fókuszál, de csak egymást kiegészítve képesek érdemben csökkenteni az ellátással összefüggő fertőzéseket és a rezisztencia terjedését. Intenzív osztályos környezetben ez különösen fontos, mivel az empirikus antibiotikum-használat, a magas eszköz-arány és a súlyos alapbetegségek miatt az IPC- és ASP-intervenciók döntően befolyásolják a klinikai kimeneteleket. Hazai szinten az IPC és ASP rendszerek fejlesztése, a képzések és audit-mechanizmusok erősítése nélkülözhetetlen a rezisztencia-növekedés megfékezéséhez, ehhez azonban elengedhetetlenek a személyi feltételek optimalizálása, illetve a preventív szemlélet széleskörű terjesztése, és alkalmazása.

2.4 A kézhigiéné szerepe a HAI-k megelőzésében

2.4.1 A kézhigiéné mint kulcsfontosságú fertőzésmegelőzési beavatkozás

A kézhigiéné – az egészségügyi dolgozók kezeinek fertőtlenítése (alkoholos kézfertőtlenítő szerrel) vagy kézmosása – az egyik legkönnyebben megvalósítható, ugyanakkor sokszor alábecsült beavatkozás a HAI-k terjedésének megelőzésében. A kezek fontos szerepet töltenek be a kórokozók egyik betegtől a másikig történő terjesztésében, különösen akkor, amikor invazív eszközöket használnak [8, 11, 12], nem elhanyagolható módon pedig a betegek környezetének kórokozókkal történő kontaminálásáért is felelősek. A WHO által meghirdetett „My 5 Moments for Hand Hygiene”-konceptió meghatározza az öt kritikus pillanatot, amikor a kézhigiénének meg kell történnie a betegellátás során:

- Mielőtt a beteghez nyúlnánk („Before touching a patient”)
- Mielőtt aszeptikus beavatkozást végzünk („Before clean/aseptic procedure”)
- Testvázadék-expozíció vagy annak kockázata után („After body fluid exposure risk”)
- A beteggel való érintkezés után („After touching a patient”)
- A beteg közvetlen környezetével való érintkezés után („After touching patient surroundings”)

Ez a keretrendszer segít standardizálni és ellenőrizhetővé tenni a kézhigiénés folyamatokat [12].

2.4.2 Megfelelési arányok és nemzetközi adatok

A kézhigiénés gyakorlatok elemzése során az eredmények azt mutatják, hogy - még a fejlett egészségügyi rendszerekben is - alacsony a megfelelés. Erasmus és munkatársai szisztematikus áttekintése szerint az átlagos megfelelési arány megközelítőleg 60 % volt az intenzív osztályokon (felnőtt ICU), széles szórással: magas jövedelmű országokban 64,5 %, alacsony- és közepes jövedelmű országokban mindössze 9 % körüli megfelelést találtak [41]. Más vizsgálatok alacsonyabb, 30-40 % közötti megfelelési arányt mutattak intenzív osztályokon az egyéb kórházi osztályok átlagához képest (50-60 %) [13, 14]. Pittet és munkatársainak vizsgálatai alapján, ahol beavatkozás történt, kézhigiénés ellenőrzésekkel és visszacsatolással, az átlagos megfelelés 48 %-ról 66 %-ra javult a multimodális stratégia alkalmazásával [42]. Az alacsony megfelelési arány különösen aggasztó intenzív osztályos környezetben, ahol a fertőzés- és rezisztencia-kockázat különösen magas. Saját adataink is alátámasztják, hogy még azonos profil mellett is eltérő a megfelelés, megközelítőleg 30 és 70 % között mozgott, illetve az időbeli lefolyása is jelentős ingadozást mutatott.

2.4.3 Kézhigiénés megfelelés és HAI-k kapcsolata

A kézhigiénés megfelelés javítása fontos eszköze annak, hogy csökkentsük a HAI-k előfordulását. Sickbert-Bennett és munkatársai vizsgálata alapján a kézhigiénés megfelelés 10 %-os növelése 6 %-os csökkenést eredményezett a HAI-k esetében [43]. Más vizsgálatok is alátámasztják, hogy a kézhigiénés compliance-értékek és a HAI incidenciák között negatív korreláció van, jobb kézhigiéné jellemzően kevesebb

fertőzéssel jár együtt [13]. Ugyanakkor a kapcsolat nem mindig lineáris vagy egyértelmű, mivel a fertőzés kialakulásában sok más tényező is szerepet játszik (eszköz-használat, rezisztens kórokozók, adatfelvétel módja, szakdolgozók munkaidő leterheltsége). Ezért a kézhigiéné önmagában nem minden, de kulcsfontosságú eleme az infekciókontroll-rendszernek. Szintén ezt az elvet támasztja alá saját vizsgálatunk, ahol az érintett három ICU részleg közül egy esetében sikerült szignifikáns kapcsolatot találni a HAI-k és a kézhigiénés megfelelés között, a másik két részlegnél a trend igazolódott, de a kapcsolat nem volt szignifikáns [44]. Főként kutatásunk eredményei ösztönöztek arra, hogy az átlagos kézhigiénés megfelelés mellett más módszertant is alkalmazzunk, ennek eredményeként vizsgáltuk a megfelelés ingadozását, valamint a kritikusan rossz napok és a HAI-k kapcsolatát.

2.4.4 Kihívások és meghatározó tényezők a megfelelésben

A kézhigiénés gyakorlat javítását számos tényező befolyásolja. Az irodalom az alábbi meghatározó tényezőket emeli ki:

- Az infrastruktúra rendelkezésre állása: alkoholos kézfertőtlenítő szer betegközeli elérési ponton, valamint megfelelő számú mosdó- és kézmosási lehetőség.
- A munkaidő-terhelés és a személyzet–beteg arány: a magas betegforgalom, a sürgős beavatkozások és a túlterheltség csökkenthetik a kézhigiénés megfelelést.
- A szervezeti kultúra és a vezetés elkötelezettsége: az egészségügyi dolgozók viselkedését a vezetői példamutatás, valamint a visszacsatolási és ellenőrzési mechanizmusok befolyásolják [45].
- A szakmákkénti eltérések a megfelelésben: több vizsgálat eredménye szerint az orvosok kézhigiénés megfelelése alacsonyabb, mint az ápolóké [44].
- A WHO „5 Moments for Hand Hygiene” modell gyakorlati megvalósulása: a koncepció ismert, azonban alkalmazása a mindennapi gyakorlatban gyakran nem teljes körű [11, 12, 14, 15].
- A kézhigiénés megfelelés javítása összetett feladat, nem csupán kézfertőtlenítők elhelyezését jelenti, hanem a képzés, audit, visszacsatolás, motiváció és szervezeti támogatás szükségességét igénylő tevékenységeket is, valamint az egyes ellátási egységekre jellemző egyedi szokások vagy hiányosságok azonosítását és célzott beavatkozásokat [44].

2.4.5 Magyarországi helyzetelemzés

Magyarországi intenzív osztályos adatok a kézhigiénés megfelelésről korlátozott mértékben állnak rendelkezésre, azonban a nemzetközi trendek és néhány hazai vizsgálat egyaránt rámutatnak arra, hogy a terület fejlesztésre szorul. Az NNSR (Nemzeti Nosocomialis Surveillance Rendszer) adatai az alkoholos kézfertőtlenítőszer-felhasználást mutatják az intenzív osztályokon (medián: 80,4 ml/ápolási nap) [9]. Ez ugyan nem közvetlenül a megfelelési arányt méri, de indikátorként szolgálhat a kézhigiénés gyakorlat színvonalának megítélésére. Az adatok arra utalnak, hogy a fertőtlenítőszer mennyisége általában biztosított, ugyanakkor a tényleges megfelelés objektív mérése hiányos. A jelen disszertáció témája – a kézhigiénés megfelelés, valamint a HAI-k és kialakulásukban szerepet játszó tényezők közti kapcsolat vizsgálata intenzív osztályos környezetben – ezért különösen időszerű, mivel standardizált, összehasonlítható vizsgálatok jelenleg hiányoznak. Kutatásunk egyediségét adja, hogy míg a megfelelés mértéke és a fertőzések incidenciája közötti kapcsolatot számos kutatás vizsgálta [44], a compliance napi ingadozása és fertőzések előfordulásának gyakorisága közti kapcsolat kevésbé kutatott terület.

2.4.6 Összegzés

A kézhigiéné az egyik alappillére az infekciókontroll-rendszereknek, különösen az intenzív osztályokon. A WHO „5 Moments for Hand Hygiene” keretrendszer segít a kézhigiénés megfelelés mérésében és standardizálásában, de a mért és publikált adatok – különösen ICU-ban – csak 30-60 % közötti értékeket mutatnak, ami alacsonynak tekinthető. Az erőforrások, szervezeti kultúra, személyzet infekciókontroll ismeret és munkaidő leterheltsége, az eszközhasználat gyakorisága, mind befolyásolják a kézhigiéné gyakorlati megvalósulását. A disszertációban tárgyalt vizsgálat a hazai intenzív osztályok környezetében lehetőséget kínál arra, hogy standardizált méréssel, hozzájáruljon a kézhigiénés compliance és a fertőzések közötti összefüggés feltárásához, hiányosságok, rossz gyakorlatok azonosításához, ezáltal a fertőzések csökkentéséhez.

3 Célkitűzések

3.1 A kutatás célkitűzései

Az egészségügyi ellátással összefüggő fertőzések és a multirezisztens kórokozók terjedése az intenzív osztályokon az egyik legnagyobb infekciókontroll-kihívást jelentik. Bár az invazív eszközhasználat, a betegterheltség és a kézhigiénés gyakorlat szerepe ismert, kevés olyan magyarországi kutatás készült, amely e tényezőket komplex módon, több szempontból is vizsgálja. Jelen doktori értekezés célja e hiány pótlása, három, egymásra épülő kutatás integrált elemzésével.

A kutatások fő célkitűzései az alábbiak:

- Az intenzív osztályos HAI-k epidemiológiai jellemzése. A fertőzések előfordulási gyakoriságának, típusainak (légúti, húgyúti, véráram-, illetve *Clostridioides difficile*-fertőzések) és kórokozó-spektrumának meghatározása, valamint az adatok összehasonlítása a nemzeti (NNSR) és nemzetközi (ECDC, CDC) surveillance-rendszerek eredményeivel.
- Az antimikrobiális rezisztencia és az MDRO-fertőzések kockázati tényezőinek feltárása.
- A kézhigiénés megfelelés vizsgálata és összefüggése az egészségügyi ellátással összefüggő fertőzések incidenciájával.
- A kézhigiénés oktatás, visszacsatolás és a humán tényezők hatásának értékelése. Annak vizsgálata, hogy az oktatási programok, a dolgozói visszajelzések, a szakmai szerepkörök (orvos, ápoló) és a munkaterhelés miként befolyásolják a kézhigiénés megfelelést.

3.2 A kutatás hipotézisei

H1 A vizsgálatban szereplő intenzív osztályon az ellátással összefüggő fertőzések prevalenciája meghaladja az országos és európai átlagot, különösen az alsó légúti fertőzések esetében.

Indoklás: korábbi NNSR és ECDC adatok szerint a magyarországi ITO-k HAI-incidenciája tartósan magasabb az európai átlagértékeknél. Bár az incidencia- és prevalenciaadatok módszertanilag eltérő mutatók, az intenzív osztályokon tapasztalt

magas incidenciák epidemiológiailag megalapozzák a magasabb betegszintű HAI-prevalencia feltételezését.

H2 A vizsgálati időszakban a vizsgálatba bevont intenzív osztályokon izolált kórokozók körében az antimikrobiális rezisztencia aránya magasabb az európai referenciaértékeknél, különösen a karbapenemrezisztens *Acinetobacter baumannii* (CRAB) esetében.

Indoklás: az ICU-kban gyakori invazív eszközhasználat, súlyos betegpopuláció és magas antibiotikum-felhasználás növeli az MDR előfordulását.

H3 Bizonyos klinikai és betegspecifikus tényezők (elhízás, hemodialízis) független kockázati tényezői az ellátással összefüggő fertőzéseknek az intenzív osztályos betegpopulációban.

Indoklás: Ezek az állapotok immunológiai, metabolikus és hemodinamikai szempontból is fokozott fogékonyságot eredményeznek a fertőzések iránt. A szakirodalom és korábbi klinikai megfigyelések szerint ezen tényezők jelenléte önállóan is növeli a HAI-kockázatot [46].

H4 A kézhigiénés megfelelés (compliance) fordított összefüggést mutat az egészségügyi ellátással összefüggő fertőzés gyakoriságával: alacsonyabb megfelelés mellett magasabb HAI-incidencia várható.

Indoklás: WHO, ECDC és számos nemzetközi tanulmány bizonyítja [43, 47, 48], hogy a kézhigiéné javítása közvetlenül csökkenti a HAI-k arányát.

H5 A helytelen kesztyűhasználat (indokolatlan kesztyűviselés) gyakorisága összefügg a kézhigiénés hibák előfordulásával.

Indoklás: A kesztyű túlhasználata és a nem megfelelő alkalmazása hamis biztonságérzetet kelthet, és akadályozhatja a megfelelő kézhigiénés gyakorlatot.

4 Anyag és módszer

4.1 Vizsgálati helyszín és időtartam

A vizsgálatot a Szabolcs-Szatmár-Bereg Vármegyei Oktatókórház intenzív osztályának három részlegén (sebészeti, belgyógyászati I. és belgyógyászati II.) végeztük. Az adatgyűjtés 2023. május 1. és 2024. április 30. között zajlott. A vizsgálat az

intézmény infekciókontroll-csoportjának és az ápolásvezetésnek a bevonásával történt, a helyi infekciókontroll-protokollok és a nemzetközi ajánlások betartásával [49].

4.2 Vizsgált populáció

A vizsgálatba minden olyan beteg bekerült, aki a vizsgálati időszakban a három érintett intenzív részleg valamelyikére felvételt nyert. A beválasztási kritériumok:

- életkor ≥ 18 év,
- teljes, hozzáférhető elektronikus és papíralapú betegdokumentáció.
- Kizárási kritériumok nem kerültek alkalmazásra, mivel eszközhasználati vizsgálatot is végeztünk, ezért fontos volt az eszközös napok pontos meghatározása, így a vizsgálat minden betegre kiterjedő, prospektív megfigyeléses kohorsz jellegű volt.
- A végső minta 1002 betegből állt.
- A populáció klinikai heterogenitása (sebészeti és belgyógyászati profil) lehetővé tette a különböző betegcsoportok infekciós kockázatainak összehasonlítását.

4.3 Adatgyűjtés és változók

Az adatgyűjtés két fő forrásból történt:

Betegadatok és klinikai paraméterek:

- demográfiai adatok (életkor, nem),
- alapbetegségek (obezitás, kardiovaszkuláris, respiratorikus, renális, onkológiai és hematológiai betegségek, multiorgán diszfunkció),
- invazív beavatkozások (intubáció, reintubáció, tracheostomia, centrális vénás katéter, húgyúti katéter, hemodialízis),
- kórházi és intenzív osztályos tartózkodás időtartama,
- antibiotikum-expozíció (a tíz leggyakrabban alkalmazott szer),
- infekciós és mikrobiológiai adatok,
- fertőzés típusa és ideje,
- kórokozó és rezisztenciaprofil,
- antimikrobiális érzékenység EUCAST-szabvány szerint,
- *Clostridioides difficile*-pozitivitás,
- MDR státusz (legalább három antibiotikum-osztállyal szembeni rezisztencia).

A kézhigiénés megfelelés (compliance) a WHO „5 Moments for Hand Hygiene” módszertan alapján kerültek rögzítésre, közvetlen megfigyeléssel. A vizsgálat öt momentum:

- Mielőtt a beteghez nyúlnánk („Before touching a patient”),
- Mielőtt aszeptikus beavatkozást végzünk („Before clean/aseptic procedure”),
- Testvázlaték-expozíció vagy annak kockázata után („After body fluid exposure risk”),
- A beteggel való érintkezés után („After touching a patient”),
- A beteg közvetlen környezetével való érintkezés után („After touching patient surroundings”),

A megfigyelések havi rendszerességgel, rotációs rendszerben történtek, hogy minden műszaktípus és dolgozói csoport reprezentálva legyen. A vizsgálat során orvosok, ápolók, asszisztensek, gyógytornászok és hallgatók tevékenysége egyaránt megfigyelésre kerültek. A pilot vizsgálat során (2023 első negyedévében) derült ki, hogy a kézhigiénés hibák jelentős része nem a kézfertőtlenítés elmaradásából, hanem a kesztyű nem megfelelő használatából ered. A pilot adatok szerint az esetek jelentős részében a személyzet indokolatlanul viselt kesztyűt („glove overuse”), vagy elmaradt a kesztyű levétele utáni kézfertőtlenítés. A pilot vizsgálat tapasztalatai alapján a fő vizsgálati szakaszban a kézhigiénés megfigyelést kibővítettük a kesztyűhasználati viselkedés párhuzamos értékelésével. A megfigyelési űrlapon minden egyes „moment” esetében külön rögzítettük:

- kesztyűhasználat jelenlétét,
- annak helyességét (indikációhoz kötöttség),
- a kesztyűlevétel utáni kézfertőtlenítés meglétét.

A megfigyelési protokollt nemzetközi standardizálásra alkalmas módszertanként dolgoztuk ki, melynek eredményeit a *Journal of Hospital Infection*-ben publikáltuk [44].

4.4 Módszertani korlátok

A kézhigiénés és kesztyűhasználati megfigyelés természetéből fakadóan az ún. „Hawthorne-hatás” (a megfigyelés miatti viselkedésváltozás) nem zárható ki, erre utalt az is, hogy a megfigyelt dolgozók kontrolláltan, indikációtól függetlenül is alkalmazták

a kézhigiénét, gyakorlatilag feleslegesen. Az auditor jelenléte fokozatosan vált a mindennapi működés részévé, amely a vizsgálat végére már csak minimális mértékben volt észlelhető, ugyanakkor ennek mértéke külön indikátorral nem lett meghatározva. Ezt a hatást a megfigyelés előzetes bejelentésének mellőzésével, valamint a megfigyelés időtartamának „ráhagyásával” igyekeztünk csökkenteni. A vizsgálat több részlegre kiterjedt, de egyetlen osztályon belül zajlott, ezért az eredmények általánosíthatósága bizonyos mértékig korlátozott lehet.

4.5 Az egészségügyi ellátással összefüggő fertőzések definíciója

Az egészségügyi ellátással összefüggő fertőzéseket a Centers for Disease Control and Prevention (CDC/NHSN) irányelvei alapján definiáltuk [16]. A fertőzések közé az alábbi kategóriák tartoztak:

- Alsó légúti fertőzés (LRTI) – klinikailag és mikrobiológiailag alátámasztva, VAP kritériumait nem teljesítő fertőzésként,
- Ventilátor-asszociált pneumónia (VAP) – új radiológiai infiltrátum ≥ 48 órával intubáció után, klinikai tünetekkel,
- Húgyúti fertőzés (UTI) – CDC/NHSN kritériumok alapján, klinikai tünetek és validált mikrobiológiai eredmények együttes fennállása esetén,
- Véráramfertőzés (BSI) – centrális katéterrel összefüggő (CLABSI), primer és szekunder véráramfertőzések,
- *Clostridioides difficile*-infekció (CDI) – laboratóriumiilag igazolt *C. difficile* pozitivitás (toxin- vagy PCR-vizsgálat) és klinikai tünetek együttes fennállása.

A fertőzések diagnózisát a klinikus és szükség esetén klinikai infektológus állapította meg, a CDC/NHSN definíciók és a helyi protokoll alapján [50].

4.6 Statisztikai elemzés

Az adatalemzést Python 3.11 és SPSS 28.0 programokkal végeztük. A kvantitatív változókat leíró statisztikával (átlag $\pm$ szórás, medián, interkvartilis tartomány), gyakorisággal (%) jellemeztük.

- A csoportok közötti különbségek vizsgálatához χ^2 -próbát, Mann–Whitney U-tesztet vagy t-próbát alkalmaztunk.

- A fertőzések kockázati tényezőit logisztikus regresszióval elemeztük, univariáns és multivariáns modellekben, esélyhányados (OR) és 95%-os konfidenciaintervallum (CI) megadásával.
- A túlélésre gyakorolt hatásokat Kaplan–Meier görbékkel és Cox-féle arányos hazard-modell segítségével vizsgáltuk.
- A kézhigiénés megfelelés és a fertőzési arány közti kapcsolatot Pearson-korrelációval és lineáris regresszióval elemeztük.
- A statisztikai szignifikancia szintje: $p < 0,05$.

4.7 Etikai és adatvédelmi szempontok

A vizsgálat minden szakasza megfelelt a Helsinki Nyilatkozat etikai előírásainak, valamint a személyes adatok védelmére vonatkozó hatályos európai uniós és hazai jogszabályoknak, különös tekintettel az Európai Parlament és a Tanács (EU) 2016/679 rendeletére (GDPR), az 1997. évi XLVII. törvényre és a 2011. évi CXII. törvényre [51-54]. A betegek azonosítására alkalmas információ nem került feldolgozásra. A kézhigiénés megfigyelések során sem a dolgozók személyazonosságát, sem az egyéni teljesítményt nem rögzítettük; az adatok kizárólag aggregált formában kerültek elemzésre, minden dolgozó szóbeli tájékoztatása és írásbeli beleegyezése után. Az eredmények saját, 2023. május 1. és 2024. április 30. között végzett prospektív vizsgálatunkon alapulnak, amelyek három, egymásra épülő kutatást integrálnak:

- az egészségügyi ellátással összefüggő fertőzések epidemiológiáját, típusait, és kockázati tényezőit,
- multirezisztens kórokozók előfordulását és kockázati tényezőit,
- a kézhigiénés compliance-t és annak kapcsolatát az infekciós kimenetekkel.

5 Eredmények

5.1 Egészségügyi ellátással összefüggő fertőzések előfordulása

5.1.1 A vizsgálati populáció demográfiai és klinikai jellemzői

A vizsgálat során összesen 1002 beteg adatait elemeztük, akik a Szabolcs-Szatmár-Bereg Vármegyei Oktatókórház intenzív osztályának három különböző profilú részlegén részesültek ellátásban:

- Sebészeti intenzív osztály (n=348),
- Belgyógyászati I. intenzív osztály (n=331),
- Belgyógyászati II. intenzív osztály (n=323).

A betegek átlagéletkora 66,8 év volt, a nemi megoszlás 58,2% férfi és 41,8% nő. Az életkori eloszlás jelentősen eltolódott az idősebb korcsoportok irányába: a 61–75 évesek tették ki a teljes minta 43,1%-át, a 76–90 évesek pedig további 25,4%-ot. A fiatalabb korosztályok (17–30 év) alul reprezentáltak voltak. A nemek szerinti megoszlás életkorral együtt változott: a 61–75 éves csoportban a férfiak domináltak, míg a 76–90 éves korosztályban a nők aránya már megközelítette vagy meghaladta a férfiakét. Ez összhangban áll a hazai születéskor várható élettartam adataival (férfiak: 72,5 év, nők: 79 év) [55]. A vizsgálatba bekerült betegek tehát idős, multimorbid, nagy kockázatú populációt képviseltek, amelyben a HAI-k szempontjából fokozott a fogékonyság (1-2. ábra a Mellékletben).

5.1.2 Fertőzések előfordulása és általános jellemzői

Az egy éves megfigyelési időszakban a betegek 16,9%-ánál (169/1002) azonosítottunk legalább egy HAI-t. A betegek összesen 236 különálló fertőzőes epizódot szenvedtek el, tehát több olyan beteg is volt, akinek több fertőzése alakult ki ellátása alatt. A leggyakoribb fertőzéstípusok a teljes vizsgált populációt tekintve a következők voltak: alsó légúti fertőzések (9,2%), VAP (4,3%), húgyúti fertőzések (3,8%), valamint *Clostridioides difficile* okozta infekciók (2,5%). Az összes húgyúti fertőzés katéterhez kapcsolódó volt (CAUTI), ami a magas eszközhasználati aránnyal magyarázható, mivel a betegek túlnyomó többsége tartós hólyagkatéterrel rendelkezett az osztályos tartózkodás során (3. ábra a Mellékletben).

A kórokozók közül *Pseudomonas aeruginosa* dominált (23,7%), ezt követte *Clostridioides difficile* és *Klebsiella pneumoniae* (mindkettő 13%), majd az *Enterococcus faecalis* (11,6%), *Acinetobacter baumannii* (6,3%), és az *Escherichia coli* (5,8%) (4. ábra a Mellékletben). A kimutatott izolátumok 30,9%-a (64/207) multirezisztensnek bizonyult.

5.1.3 Hazai és nemzetközi összehasonlítás

A fertőzési arányok összehasonlítása során kutatásunkban az intézményi adatokat vetettük össze a hazai Nemzeti Nosocomiális Surveillance Rendszer (NNSR) és a nemzetközi CDC, illetve ECDC jelentésekkel. A vizsgálat 16,9%-os HAI-prevalenciája az európai ECDC átlaghoz (11-12%) közeli érték, és jóval alacsonyabb, mint a magyar NNSR 2023-as jelentésében szereplő prevalencia. A fertőzéstípusok közül minden adatforrásban a légúti fertőzések domináltak. Pneumónia előfordulása az ECDC szerint 6,6%, az NNSR-ben 21,8%, míg jelen vizsgálatban 13,5% volt, tehát az eredmény a hazai és európai átlag közé esik. Véráramfertőzések esetén fordított tendencia mutatkozott: az NNSR 14,8%-os arányt közölt, míg az ECDC (3,6%) és a jelen vizsgálat (2,0%) jóval alacsonyabb értékeket talált. A húgyúti fertőzések aránya szintén alacsonyabb volt (3,8%), de meghaladta az európai átlagot (1,5%), ugyanakkor alatta maradt a magyar NNSR-értéknek (6,7%). Az NNSR 2023. évi intenzív osztályos surveillance moduljában szereplő prevalenciaértékek nem tekinthetők az országos fertőzési helyzet teljes körű reprezentációjának, mivel azok csak a jelentő intézmények adatait tükrözik. Az eredmények ezért kizárólag a programban részt vevő osztályokra vonatkozóan értelmezhetők, és országos szintű általánosításuk korlátozottan lehetséges.

Összességében a vizsgált intézmény fertőzési mutatói kedvezőbbek, mint a hazai, országos átlag, de az európai adatoknál valamivel magasabbak. (5. ábra a Mellékletben).

5.1.4 Eszközhasználatához kapcsolódó fertőzések

Az eszközhasználatához kötődő infekciók közül leggyakoribb a VAP volt, amelynek incidenciasűrűsége 9/1000 lélegeztetési nap. Ezt követte a katéter-asszociált húgyúti fertőzés (CAUTI) 4,5/1000 katéternap, és a centrális kanülhöz kapcsolódó véráramfertőzés (CLABSI) 2,5/1000 katéternap értékkel.

A legmagasabb VAP-incidenciasűrűség a belgyógyászati intenzív II. részlegen volt (19,6/1000 lélegeztetési nap), míg a sebészeti intenzív részleg mutatói kedvezőbbek voltak. Nemzetközi összehasonlításban a magyar, országos NNSR-adat (11/1000 lélegeztetési nap) és az európai, ECDC átlag (8,5/1000 lélegeztetési nap) közé esik az intézmény 9/1000-es mutatója. A CAUTI előfordulása az NNSR-átlaghoz (2,7/1000) képest kissé magasabb, míg a CLABSI-arány (2,5/1000) kedvezőbb az európai 4,1-es átlaghoz képest (6-7. ábra a Mellékletben).

Ezek a mutatók azt jelzik, hogy az intézmény infekciókontroll-gyakorlata a nemzetközi normákkal összhangban áll, de egyes részlegeken célzott beavatkozásra, vagy a definíciók egységesebb alkalmazására (pl. magas VAP-incidencia) van szükség, ez a megállapítás is alátámasztja a kutatás céljának relevanciáját. A helyi felmérések alkalmasak az egyedi problémák feltárására.

5.1.5 Fertőzések típus szerinti megoszlása

A fertőzéstípusok szerinti megoszlás a 236 eset alapján a következőképp alakult:

- Alsó légúti fertőzések (LRTI/non-VAP): 39,2% (94/236)
- Ventilátor-asszociált pneumonia (VAP): 20,7% (43/236)
- Húgyúti fertőzések (UTI): 14,7% (41/236)
- *Clostridioides difficile* infekció (CDI): 12,7% (27/236)
- Centrális érkatéter használatához köthető infekció (CLABSI): 3,9% (10/236)
- Szekunder szepszis: 5,5% (11/236)
- Egyéb (pl. agytályog, sebfertőzés, otitis media, colpitis): 3,5% (6/236)

Az összes fertőzés közel 60%-át a légúti infekciók adták, ami az intenzív osztályos gépi lélegeztetés és a súlyos alapbetegségek következménye, míg a *C. difficile* fertőzés valószínűleg az antibiotikum-használat és a hosszabb kórházi tartózkodás következménye (8. ábra a Mellékletben).

5.1.6 Kórokozók megoszlása és fertőzéstípushoz kötődése

A mikrobiológiai elemzés során a *Pseudomonas aeruginosa* bizonyult a leggyakoribb kórokozónak (49 izolátum, döntően légúti mintákból). A *Klebsiella pneumoniae*, *Acinetobacter baumannii* és *Staphylococcus aureus* szintén gyakran fordult elő, de alacsonyabb számban. A húgyúti fertőzéseket főként *Enterococcus faecalis* és

Klebsiella pneumoniae okozta. Véráramfertőzéseknel a kórokozó-spektrum szélesebb volt: CLABSI esetében koaguláz-negatív staphylococcusok (CoNS), míg a szekunder formában főként *Enterococcus faecalis* és *Klebsiella pneumoniae* dominált. A *Clostridioides difficile* 27 esetben (11,4% az összes fertőzések epizódra vetítve) került kimutatásra, döntően antibiotikum-használattal összefüggő hasmenés formájában (9. ábra a Mellékletben).

A nemzetközi összehasonlítás alapján a vizsgálatban a Gram-negatív törzsek dominálnak: az európai (ECDC) és amerikai (CDC) adatokban gyakoribb *E. coli* és *S. aureus* arányához képest hazánkban és a vizsgált populációban is a *Pseudomonas* és *Klebsiella* gyakorisága figyelhető meg (10. ábra a Mellékletben).

5.1.7 Multirezisztens kórokozók (MDRO-k)

Az izolátumok 30, 9%-a multirezisztens volt (64 eset). Az előfordulás ellátási profilonként eltért: a belgyógyászati intenzív részlegeken gyakoribb volt, mint a sebészetin.

A leggyakoribb rezisztenciaprofilok:

- ESBL-termelő *Enterobacterales*
- Carbapenemrezisztens *Acinetobacter baumannii* (CRAB)
- Vancomycinrezisztens *enterococcus* (VRE)
- Carbapenemrezisztens *Klebsiella pneumoniae* (CRKP)
- MRSA

Az *Enterobacterales* izolátumokon belül az ESBL-termelő törzsek aránya 32,6% volt, ami megfelel az NNSR 30%-os magyarországi értékeknek és jelentősen meghaladja az európai átlagot. A CRAB előfordulása 26,1%, ami az egyik legmagasabb arány az EU-n belül, és szoros egyezést mutat a hazai adatokkal. A VRE rendkívül magas, 30,4%-os arányban jelent meg, ami valószínűleg részleg szintű halmozódásra, potenciális járvány kitörésre utal. Az MRSA viszonylag alacsony (6,5%), ami kedvezőbb az NNSR (15%) adataihoz képest. A CRE-k aránya mérsékelt (4,3%), de epidemiológiai szempontból kiemelt figyelmet igényel (11. ábra a Mellékletben).

Összességében az intézményi rezisztenciaprofil a hazai trendekkel egyezik, különösen az ESBL- és VRE-arányok tekintetében, és részben illeszkedik a ECDC-

tendenciákhoz is. A multirezisztens Gram-negatív kórokozók térnyerése kihívás az antibiotikum-politika és a betegbiztonság szempontjából.

5.1.8 Halálozás és ápolási idő

A fertőzött betegek körében a halálozás 31,4% (53/169), míg a nem fertőzöttek között 22,8% (190/833) volt. A különbség szignifikáns ($\chi^2 = 5,14$; $p = 0,023$), a halálozás relatív kockázata HAI esetén 1,37 (95% CI: 1,06–1,78), míg a becsült esélyhányados (OR) 1,55. A medián kórházi tartózkodás szintén jelentősen hosszabb volt fertőzötteknél (33 nap), mint a nem fertőzött betegeknél (9 nap) ($p < 0,0001$) (1. táblázat).

Ezek az adatok egyértelműen alátámasztják, hogy a HAI-k mind a mortalitást, mind az ápolási időt szignifikánsan növelik.

1. táblázat. HAI-k hatása a halálozásra és a kórházi tartózkodásra

Mutató	Fertőzöttek (n=169)	Nem fertőzöttek (n=833)	Statisztikai próba	Érték	95% CI	p-érték
Halálozás aránya	31,4% (53/169)	22,8% (190/833)	χ^2	5,14	–	0,023
Relatív kockázat (RR)	–	–	RR	1,37	1,06– 1,78	0,023
Esélyhányados (OR)	–	–	OR	1,55	–	0,023
Kórházi tartózkodás (medián, nap)	33	9	Mann– Whitney	–	–	<0,0001

5.1.9 A nemzetközi és hazai adatok összehasonlíthatóságának korlátai

A HAI-k összehasonlítása jelentős módszertani kihívásokat rejt, mivel az egyes adatforrások – például a CDC/NHSN (Egyesült Államok), az ECDC (Európai Unió) és a magyar Nemzeti Nosocomiális Surveillance Rendszer (NNSR) – eltérő definíciókat, adatgyűjtési módszereket és indikátorrendszereket alkalmaznak. Nem utolsósorban meg kell említeni a fertőzések felderítésének emberi vonatkozásait, tapasztalataim szerint nem egységes a HAI-k kialakulásához való hozzáállás. Sajnos még mindig gyakoribb azok „ellátási hibaként” való értelmezése és elkendőzése, mint a teljeskörű feltárásra irányuló, intervenciós beavatkozásokat sürgető szemlélet elterjedése.

A CDC és az ECDC rendszerint incidencián vagy prevalencián alapuló mutatókat közöl, de nem egységes az időkeret (pl. egyszeri pontprevalencia-felmérés kontra éves adatgyűjtés), a vizsgált populáció (teljes kórházi, csak intenzív osztályos vagy speciális

eszközhasználó betegek), valamint a diagnosztikai kritériumrendszer sem. A CDC/NHSN definíciói például mikrobiológiai megerősítést követelnek meg, míg az ECDC pontprevalencia-felmérései gyakran klinikai és laboratóriumi kritériumok kombinációját használják. A magyar NNSR-adatgyűjtés ezekhez képest kötelező és választható modulokra épül, és elsősorban laboratóriumi, esetenként epidemiológiai szempontból megerősített esetekre koncentrál. E különbségek miatt a prevalencia- és incidenciárák közvetlen összehasonlítása csak korlátozott érvényességű. Például az ECDC 2020-as jelentésében a 6,6%-os átlagos pneumonia-prevalencia a felvételtől állapított tükrözi, míg az NNSR éves összesített adatokat közöl, amelyek tartalmazzák a hosszabb hospitalizáció során fellépő fertőzéseket is. Hasonlóan, az intézményi vizsgálatok – mint a jelen tanulmány – teljes betegkohorsz alapján számolt éves prevalenciát adnak meg, amely a tényleges klinikai teher szempontjából informatívabb, de kevésbé összevethető a pontprevalencia-felmérésekkel.

Az összehasonlítás nehézségét tovább fokozza, hogy az indikátorok számítási alapja sem azonos: a nemzetközi rendszerek gyakran eszköznap-alapú (device-days) incidenciát, míg a hazai rendszer inkább esetszám-alapú (case-based) mutatókat közöl. A különbségek miatt a helyi, nemzeti és nemzetközi adatok értelmezésekor elengedhetetlen a módszertani háttér pontos ismerete és a kontextuális elemzés. Mindezek ellenére hangsúlyozandó a jelent tanulmány létjogosultsága, amely elsősorban helyi intervenciók intézkedések alapjaként értelmezhető.

5.1.10 A Nemzeti Nosocomialis Surveillance Rendszer (NNSR) felépítése és jelentősége

A magyarországi egészségügyi ellátással összefüggő fertőzések országos megfigyelését a Nemzeti Nosocomialis Surveillance Rendszer (NNSR) látja el, amelyet a Nemzeti Népegészségügyi Központ (NNK) működtet. Az NNSR 2004 óta folyamatosan gyűjti és értékeli az adatokat az ellátással összefüggő fertőzésekről, és az európai ECDC hálózat részét képezi, biztosítva a nemzetközi összehasonlíthatóságot. Célja, hogy a legjelentősebb fertőzéstípusok és rezisztenciatrendek követhetők legyenek. A rendszer két fő részből áll: Kötelező modulok, amelyekben minden fekvőbeteg-intézmény részvételre kötelezett:

- a *Clostridioides difficile* fertőzések (CDI) regisztrációja,

- a véráramfertőzések (BSI), különösen a centrális kanülhöz kapcsolódó esetek (CLABSI),
 - az antimikrobiális rezisztencia (AMR) surveillance, amelynek keretében a multirezisztens kórokozók (*ESBL*, *MRSA*, *VRE*, *CRAB*, *CRE*) előfordulását jelentik.
- Kötelezően választható modulok, amelyekből minden intézménynek legalább egyet kell aktívan működtetnie. Ezek a modulok specifikus infekciótípusokra fókuszálnak, például:
- sebészeti beavatkozásokhoz kapcsolódó fertőzések (SSI),
 - eszökhöz kötött infekciók (Device-associated infections – VAP, CAUTI, CLABSI),
 - intenzív osztályon előforduló ellátással összefüggő fertőzések (ICU HAI),
 - újszülött intenzív osztályos fertőzések (NICU HAI),
 - illetve az időszakos pontprevalencia-felmérések (PPS).

Az NNSR moduláris felépítése lehetővé teszi, hogy a hazai adatgyűjtés egyszerre legyen rugalmas (intézményi választás szerint) és standardizált (egységes definíciók alapján). Az adatok feldolgozását az NNK központilag végzi, éves jelentéseiben pedig kórháztypusonként, osztályonként és kórokozónként közöl eredményeket. A rendszer sajátossága, hogy a bejelentett esetek laboratóriumi és klinikai kritériumokra épülnek, emiatt a nemzetközi adatoknál sokszor konzervatívabb, de epidemiológiailag megbízhatóbb képet adnak a fertőzési helyzetről.

Az NNSR jelentősége abban rejlik, hogy nemcsak országos trendeket tesz láthatóvá, hanem az egyes intézmények számára is visszajelzést biztosít a saját eredményeik országos viszonylatban történő értékeléséhez. Az ilyen összevetés segíti a célzott infekciókontroll-intézkedések bevezetését, a helyi antibiotikum-politika illesztését, valamint a képzési és ellenőrzési prioritások kijelölését.

Az előző elemzésben részletesen bemutattuk az EEÖF-ek gyakoriságát és megoszlását, valamint a hazai és nemzetközi surveillance rendszerek eredményeit. A vizsgálat folytatásának célja, hogy az előfordulási arányok mögött álló kockázati tényezőket feltárja, és azonosítsa azokat a beteg- és ellátásfüggő paramétereket, amelyek meghatározzák a fertőzések, különösen a multirezisztens kórokozók megjelenését az intenzív osztályos ellátásban. Mivel a különböző surveillance rendszerek (CDC, ECDC, NNSR) módszertani eltérései korlátozzák az adatok közvetlen összehasonlíthatóságát, ezért a hangsúly az intézményi szintű rizikótényezők azonosításán és statisztikai

elemzésén van. Az alábbiakban részletesen ismertetjük az EEÖF-ek és MDRO-fertőzések kialakulásában szerepet játszó meghatározó faktorokat.

5.2 Egészségügyi ellátással összefüggő fertőzések kockázati tényezőinek vizsgálata

5.2.1 Társ- és alapbetegségek hatása

A fertőzési kockázatot befolyásoló társbetegségeket egy és többváltozós logisztikus regressziós modellek segítségével elemeztük. Egyváltozós elemzés alapján több társbetegség is szignifikáns összefüggést mutatott a fertőzések előfordulásával:

- Elhízás (OR 1,69; 95% CI 1,09–2,62)
- Krónikus szívbetegeység (OR 1,44; 95% CI 1,02–2,03)
- Veseelégtelenség (OR 2,13; 95% CI 1,50–3,02)
- Hemodialízis (OR 3,30; 95% CI 2,27–4,79)
- Többszervi elégtelenség (OR 1,96; 95% CI 1,40–2,75)

A többváltozós modellben azonban csak három tényező maradt független, statisztikailag szignifikáns prediktor:

- Elhízás (OR 1,71; 95% CI 1,06–2,77)
- Hemodialízis (OR 3,69; 95% CI 2,00–6,82)
- Többszervi elégtelenség (OR 1,82; 95% CI 1,26–2,63) (2. táblázat)

Az adatok azt mutatják, hogy az EEÖF-ek szempontjából nem a krónikus, de stabil alapbetegségek, hanem a szisztémás állapotromlással járó klinikai kórképek jelentenek érdemi rizikót. A hemodialízis különösen fontos kockázati tényező, mivel az eljárás invazív jellege mellett gyakran más személyzet végzi (dialízis egység dolgozói), így a higiénés gyakorlat és felelősségi körök eltérései potenciális rizikót jelentenek.

2. táblázat. Az EEÖF-ek kockázatát befolyásoló társbetegségek egy- és többváltozós logisztikus regressziós elemzés alapján

Társbetegség	Egyváltozós OR (95% CI)	p-érték	Többváltozós OR (95% CI)	p-érték
Elhízás	1,69 (1,09–2,62)	<0,05	1,71 (1,06–2,77)	<0,05
Krónikus szívbetegeység	1,44 (1,02–2,03)	<0,05	–	n.s.
Veseelégtelenség	2,13 (1,50–3,02)	<0,001	–	n.s.
Hemodialízis	3,30 (2,27–4,79)	<0,001	3,69 (2,00–6,82)	<0,001
Többszervi elégtelenség	1,96 (1,40–2,75)	<0,001	1,82 (1,26–2,63)	<0,01

5.2.2 Osztályok közötti különbségek és a kézhigiénés gyakorlat szerepe

Az egyes részlegek közötti eltéréseket a sebészeti intenzív részleghez viszonyítva vizsgáltuk. A belgyógyászat I. részleg fertőzési aránya nem különbözött szignifikánsan (OR 1,17; 95% CI 0,79–1,73), míg a belgyógyászat II. osztályon a fertőzések esélye alacsonyabbnak bizonyult (OR 0,59; 95% CI 0,37–1,00). Ez az eltérés felveti, hogy az egyes részlegek infekciókontroll-gyakorlata és kézhigiénés compliance szintje befolyásolhatja a fertőzések előfordulását. A párhuzamosan végzett compliance-felmérés adatai megerősítették, hogy az alacsonyabb fertőzési arányú osztályokon jobb kézhigiénés fegyelem jellemezte az ellátást [44].

5.2.3 Alsó légúti fertőzések rizikótényezői

A 1002 beteg közül 129 esetben alakult ki alsó légúti fertőzés (LRTI vagy VAP). Az egyváltozós elemzés alapján a legfontosabb rizikófaktorok:

- Thoracoabdominális műtét (OR 1,61; 95% CI 1,05–2,46)
- Reintubáció (OR 2,52; 95% CI 1,72–3,71)
- Lélegeztetett napok száma (OR 1,03/nap; 95% CI 1,00–1,06)

A többváltozós modellben két független tényező maradt szignifikáns:

- Reintubáció (OR 2,44; 95% CI 1,63–3,66)
- Lélegeztetési idő (OR 1,02/nap; 95% CI 0,99–1,05)

Klinikai szempontból ez azt jelenti, hogy minden 10 nap többlet lélegeztetés kb. 22%-kal növeli a légúti fertőzés kockázatát. Ezen belül a korai (≤ 7 napos) infekciók külön elemzése rámutatott, hogy a prehospitális intubálás extrém kockázati tényező:

- Prehospitális intubáció (OR 7,4; 95% CI 3,65–14,77)
- Reintubáció (OR 2,90; 95% CI 1,12–7,49)

Ez új, korábban alig vizsgált tényező, amely arra utal, hogy a sürgősségi körülmények között végzett beavatkozások során a higiénés feltételek korlátozottsága meghatározó szerepet játszhat a korai VAP kialakulásában (12-13. ábra a Mellékletben).

5.2.4 Centrális érkatéter használatával összefüggő fertőzések

- A vizsgálatban 9 esetben fordult elő centrális érkatéter használatával összefüggő véráramfertőzés (CLABSI). A logisztikus regressziós elemzés alapján a katéteres

napok száma emelkedett kockázattal társult (OR: 5,08; 95% CI: 1,72–15,01), azonban az alacsony esetszám és a tág konfidenciaintervallum miatt az eredmény óvatosan értelmezendő. Ennek megfelelően az összefüggés inkább tendenciaként értékelhető, amely nagyobb betegszámú elemzéssel lenne megerősíthető

- A katéterek száma és a behelyezés helye nem bizonyult szignifikánsnak.

Ezek az eredmények arra utalnak, hogy a centrális érkatéterhasználat időtartama döntő fontosságú a véráramfertőzések megelőzése szempontjából, és támogatják a korai eltávolítás infekciókontroll-ajánlását.

5.2.5 *Húgyúti fertőzések kockázati tényezői*

38 húgyúti fertőzés történt, valamennyi esetben katéterhez köthetően. Az egyváltozós elemzésben szignifikáns kockázati tényezők voltak:

- hemodialízis (OR 3,77; 95% CI 1,93–7,34),
- katéterek száma (OR 2,95; 95% CI 2,24–3,88),
- katéteres napok száma (OR 1,09/nap; 95% CI 1,06–1,11).

A többváltozós modellben a katéterhasználat hossza maradt az egyetlen független tényező (OR 1,06/nap; 95% CI 1,02–1,11). Ez alátámasztja, hogy az eszközhasználat minimalizálása és a korai eltávolítás a legfontosabb megelőző stratégia az UTI-k előfordulásának csökkentésére.

5.2.6 *MDRO-pozitivitás és kockázati tényezők*

Az MDRO-pozitivitás több tényezővel mutatott szoros összefüggést. Egyváltozós elemzésben a legfontosabb kapcsolatok:

- *Clostridioides difficile* infekció (OR 8,88; 95% CI 3,51–22,44)
- Alsó légúti fertőzés (OR 27,13; 95% CI 13,65–53,91)
- Hemodialízis (OR 4,54; 95% CI 2,50–8,21)
- Többszervi elégtelenség (OR 2,89; 95% CI 1,61–5,19)
- A többváltozós modell szerint független rizikófaktor maradt:
- *C. difficile* infekció (OR 4,04; 95% CI 1,19–13,70)
- Alsó légúti fertőzések (OR 28,99; 95% CI 11,61–72,37)
- Hemodialízis (OR 3,39; 95% CI 1,05–10,95) (3. táblázat)

Ezek az eredmények arra utalnak, hogy az MDRO-fertőzések elsősorban súlyos infekciókhoz és invazív beavatkozásokhoz kötődnek, nem pedig a beteg demográfiai jellemzőihez.

3. táblázat. A különböző fertőzéstípusok kockázati tényezői logisztikus regressziós elemzés alapján

Fertőzéstípus	Rizikótényező	Egyváltozós OR (95% CI)	p	Többváltozós OR (95% CI)	p	Megjegyzés
Véráramfertőzés (CLABSI)	Katéteres napok száma	5,08 (1,72–15,01)	<0,01	5,08 (1,72–15,01)	<0,01	Tendencia
	Katéterek száma	n.s.	–	–	–	
	Katéter behelyezés helye	n.s.	–	–	–	
Húgyúti fertőzés (UTI)	Hemodialízis	3,77 (1,93–7,34)	<0,001	–	n.s.	
	Katéterek száma	2,95 (2,24–3,88)	<0,001	–	n.s.	
	Katéteres napok száma	1,09/nap (1,06–1,11)	<0,001	1,06/nap (1,02–1,11)	<0,01	Független rizikófaktor
Multirezisztens kórokozó-fertőzés	<i>Clostridioides difficile</i> fertőzés	8,88 (3,51–22,44)	<0,001	4,04 (1,19–13,70)	<0,05	Független rizikófaktor
	Alsó légúti fertőzés (LRTI vagy VAP)	27,13 (13,65–53,91)	<0,001	28,99 (11,61–72,37)	<0,001	Független rizikófaktor
	Hemodialízis	4,54 (2,50–8,21)	<0,001	3,39 (1,05–10,95)	<0,05	Független rizikófaktor
	Többszervi elégtelenség	2,89 (1,61–5,19)	<0,01	–	n.s.	

5.2.7 Antibiotikum-használat és rezisztencia kapcsolata

A tíz leggyakrabban használt antibiotikum közül kettő mutatott szignifikáns kapcsolatot az MDRO-infekcióval:

- Meropenem (OR 2,78; 95% CI 1,53–5,04; p=0,002),
- Vancomycin (OR 2,82; 95% CI 1,42–5,99; p=0,008).

Ezek alkalmazása szignifikánsan gyakoribb volt MDRO-fertőzöttek esetében. Mivel a vancomycin gyakran a CDI terápiájának része, valószínű, hogy a kapcsolat részben másodlagos, a fertőzéskezelés következménye. Ez ugyanakkor rávilágít arra, hogy az antibiotikum-használat és a rezisztencia közötti viszony ciklikus és komplex, a súlyos infekciók több antibiotikum-expozícióhoz, ez pedig fokozott MDR-kockázathoz vezet.

5.2.8 Kórházi tartózkodás időtartama és fertőzéskockázat

A kórházi napok száma önálló, erőteljes prediktora volt a fertőzések kialakulásának. A logisztikus regressziós modell szerint minden egyes ápolási nap 4,5%-kal növelte a fertőzés valószínűségét. A fertőzéstípusok közül a leggyorsabb kockázatnövekedést a VAP esetében találták (+2,8%/nap), ezt követték a CDI és az UTI. Ez az eredmény hangsúlyozza, hogy a hospitalizáció minimalizálása és az ellátási folyamatok racionalizálása közvetlen infekciókontroll-hatással bír (14. ábra a Mellékletben).

5.2.9 Halálozás és klinikai kimenetel

A Kaplan–Meier analízis szerint az MDRO-fertőzött betegek túlélése alacsonyabb volt, bár a különbség statisztikailag nem érte el a szignifikanciahatárt. A Cox-regressziós modell hazard ratio-ja ($HR \approx 0,80$) azonban arra utal, hogy a minta korlátozott nagysága miatt valós klinikai különbség fennállhat, amely nagyobb betegszám mellett szignifikánssá válna. A klinikai következmények — meghosszabbodott ápolási idő, komplex antibiotikum-kezelések, izolációs igény — egyértelműen igazolják az MDRO-fertőzések jelentőségét (15. ábra a Mellékletben).

5.3 Egészségügyi ellátással összefüggő fertőzések és a kézhigiéné kapcsolata

5.3.1 Fertőzésmegoszlás az egyes részlegeken

Az alábbiakban a kézhigiénés megfelelés és az ellátással összefüggő fertőzések kapcsolata kerül elemzésre. A kutatás kiterjedt a vizsgált három részleg havi kézhigiénés megfelelésének, illetve prospektív betegkövetéssel, az ellátással összefüggő fertőzések havi incidenciájának meghatározására. A vizsgálati időszakban az ellátással összefüggő fertőzések előfordulását 100 kezelt betegre vetítve határoztuk meg.

A három részlegen jelentős különbségeket találtunk, mind a megfelelési értékek és időbeli lefolyásuk, mind a fertőzések incidenciája terén.

A sebészeti intenzív részlegen a fertőzések havi incidenciája 0,232 százalékponttal csökkent, ami statisztikailag szignifikánsnak bizonyult ($p = 0,0029$). Ez a tendencia arra utal, hogy a kézhigiénés gyakorlat javulása – még ha nem is volt minden

hónapban szignifikáns – összességében kedvező hatást gyakorolt az osztály infekciós mutatóira (16. ábra a Mellékletben).

A belgyógyászati intenzív I. részlegén ezzel szemben a HAI-incidencia 0,49 százalékpontos havi növekedést mutatott, amely azonban nem volt statisztikailag szignifikáns. Mindez ugyanakkor összhangban állt a kézhigiénés megfelelés folyamatos romlásával, ami indirekt módon megerősíti a kapcsolatot a kézhigiéné romlása és a fertőzések gyakoribb előfordulása között. A belgyógyászati intenzív II. részlegén a fertőzések előfordulása szintén csökkenő tendenciát mutatott, a havi változás $-0,13$ százalékpont volt, bár ez sem érte el a statisztikai szignifikancia szintjét ($p = 0,82$). Az alacsony és stabil HAI-arány azonban stabilan magas kézhigiénés megfeleléssel párhuzamosan jelentkezett, ami a preventív szemlélet és a szervezeti stabilitás közötti kapcsolatot támasztja alá (17. ábra a Mellékletben).

Az ANOVA-elemzés szerint a belgyógyászati intenzív II. részleg szignifikánsan alacsonyabb fertőzési gyakoriságot mutatott, mint a másik két részleg ($p < 0.01$), míg a sebészeti és a belgyógyászati I. részleg között nem volt kimutatható különbség ($p = 0.83$). Ez az eredmény azt hangsúlyozza, hogy még azonos infrastruktúrával, vezetés alatt és képzési háttérrel működő ellátási egységek esetében is markáns eltérések alakulhatnak ki a fertőzések előfordulásában, ami a helyi szervezeti kultúra és a vezetői elköteleződés szerepét emeli ki (18. ábra a Mellékletben).

5.3.2 A kézhigiénés megfelelés és a HAI-k kapcsolata

A kézhigiénés megfelelés és az egészségügyi ellátással összefüggő fertőzések közötti összefüggést korrelációs analízissel elemeztük, mind az egyes részlegek szintjén, mind az egész intenzív osztály aggregált adatai alapján.

A sebészeti intenzív részlegén szignifikáns kapcsolatot sikerült igazolni a két változó között ($r = -0,66$, $p = 0,01$), a belgyógyászati intenzív I. részlegén nem volt kimutatható szignifikáns összefüggés a kézhigiénés megfelelés és a fertőzési arány között ($r = -0,48$; $p = 0,11$), de a negatív trend (megfelelés csökkenése és HAI-növekedése) itt is összhangban állt a nemzetközi tapasztalatokkal és a szakirodalmi adatokkal [48]. A belgyógyászati intenzív II. részleg esetében a kapcsolat iránya szintén negatív volt ($r = -0,482$; $p = 0,11$), vagyis a magasabb kézhigiénés megfeleléshez alacsonyabb fertőzési arány társult, bár a kapcsolat statisztikailag nem bizonyult szignifikánsnak.

Amikor az egész intenzív osztály adatait együttesen vizsgáltuk, szignifikáns, negatív korrelációt találtunk a kézhigiénés megfelelés és a HAI-incidencia között ($r = -0,68$; $p < 0,0001$). Ez az eredmény egyértelműen megerősítette a kézhigiéné preventív szerepét: a magasabb megfeleléshez alacsonyabb fertőzési gyakoriság társul (19. ábra a Mellékletben).

A részlegek közötti különbségek azt is jelezték, hogy a kézhigiéné önmagában nem kizárólagos magyarázó tényezője a fertőzéseknek, strukturális, humánerőforrás-faktorok egyaránt befolyásolják. A belgyógyászati intenzív II. részleg stabil, magas megfelelési szintje és alacsony HAI-arányai felvetik annak lehetőségét, hogy a személyzeti háttér, a közös értékrenden alapuló csapatkultúra, valamint a következetes vezetői támogatás döntő szerepet játszhatott a kedvező mutatók fenntartásában.

A részlegek közötti eltérő korrelációs mintázatok értelmezését segítette egy másik, módszertanilag eltérő elemzés, amely a kézhigiénés teljesítményt nem kizárólag az átlagos megfelelési értékek alapján vizsgálta. Az elemzés során az átlagos havi kézhigiénés megfelelés mellett értékeltük a napi teljesítmény ingadozását, az extrém alacsony megfelelésű napokat, valamint egy küszöbérték-alapú mutatót, amely a kritikusan alacsony ($<40\%$) kézhigiénés megfelelésű napok számát fejezte ki. A havi fertőzési incidenciákat ezekkel a mutatókkal korrelációs analízis segítségével vizsgáltuk.

Az eredmények alapján az átlagos kézhigiénés megfelelés és a HAI-incidencia között nem volt érdemben kimutatható kapcsolat ($r = 0,15$), ami összhangban állt a részlegek szintjén tapasztalt heterogén korrelációs eredményekkel. Ezzel szemben a teljesítmény instabilitását jellemző mutatók erősebb összefüggést mutattak a fertőzési adatokkal: a napi megfelelés variabilitása mérsékelt pozitív korrelációt mutatott a HAI-incidenciával ($r = 0,38$), míg az extrém alacsony teljesítményű napok – a 10. percentilis értékek – esetében a kapcsolat erőteljesebbnek bizonyult ($r = -0,45$).

A legerősebb és legkonzisztensebb összefüggést azonban a kritikusan alacsony kézhigiénés napok száma mutatta. Azokban a hónapokban, amelyekben több, 40% alatti napi megfelelési érték fordult elő, szignifikánsan magasabb HAI-incidencia volt megfigyelhető ($r = 0,48$). Ez az összefüggés mindhárom részlegen következetesen megjelent, függetlenül az átlagos kézhigiénés megfelelés szintjétől. (4. táblázat)

4. táblázat: A különböző kézhigiénés teljesítménymutatók és az ellátással összefüggő fertőzések havi incidenciája közötti kapcsolat

Kézhigiénés mutató	Operatív definíció	A teljesítmény jellemzett aspektusa	r	95% CI	p-érték	Értelmezés
Átlagos kézhigiénés megfelelés	Havi napi megfelelési értékek átlaga	Általános teljesítményszint	0,15	-0,19 – 0,46	0,55	Gyenge, klinikailag nem informatív kapcsolat
Teljesítmény variabilitása (CV)	Napi megfelelési értékek szórása / átlaga	Időbeli instabilitás	0,38	0,06 – 0,63	0,19	Mérsékelt kapcsolat, az instabil teljesítmény kockázati jel
Extrém alacsony teljesítményű napok (P10)	Napi megfelelés 10. percentilise	Ritka, de súlyos megfelelési hibák	– 0,45	-0,68 – 0,14	0,13	Érzékeny mutató, de outlierekre hajlamos
Kritikus kézhigiénés napok (<40%)	Napi megfelelés <40% értékű napok száma havonta	Klinikai jelentőségű rendszerhibák	0,48	0,18 – 0,70	0,097	Legerősebb és legkonzisztensebb kapcsolat

Ezek az eredmények arra utalnak, hogy a kézhigiéné és a fertőzések közötti kapcsolat nem lineárisan, az átlagos megfelelés mértékével írható le. Sokkal inkább azok a rövid ideig fennálló, de súlyos megfelelési hiányosságok bírnak meghatározó jelentőséggel, amelyek az ellátórendszer védelmi mechanizmusait átmenetileg meggyengítik. Ez az újszerű megközelítés magyarázhatja azt, hogy az egyes részlegeken miért nem mutatható ki statisztikailag szignifikáns korreláció az átlagos kézhigiénés megfelelés és a HAI-incidencia között, miközben a fertőzési trendek iránya mégis egységesen kedvezőtlen alacsony megfelelés esetén.

A vizsgálat eredményei alapján a kézhigiénés megfelelés értelmezése során indokolt az átlagos mutatók mellett a teljesítmény időbeli megbízhatóságának vizsgálata is, mivel ez a megközelítés érzékenyebben tükrözi azokat a kritikus időszakokat, amelyek a fertőzések kialakulásának szempontjából kiemelt kockázatot jelentenek.

Fontos megjegyezni, hogy az aggregált ICU-szintű elemzés (ahol a három részleg havi adatai egyetlen idősorba kerültek) erős, negatív korrelációt mutatott az átlagos kézhigiénés megfelelés és a HAI-incidencia között ($r = -0,68$; $p < 0,0001$). Ezzel szemben a módszertani kiegészítő elemzésben a kapcsolatot részleg–hónap szinten vizsgáltuk, ahol az átlagos megfelelés és a HAI-incidencia közötti összefüggés gyenge volt ($r = 0,15$). A két eredmény eltérése az aggregálási szint és az átlagos megfelelés számításának különbségeiből adódik, ez alátámasztja, hogy az átlagos megfelelési mutatók önmagukban nem minden esetben alkalmasak a fertőzési kockázat érzékeny jelzésére.

5.3.3 Az oktatás és visszacsatolás hatása

A kézhigiénés megfelelés egyik legfontosabb, rövid távon befolyásolható tényezője az oktatás és a célzott visszajelzés. A vizsgálat kezdetén, az első hónapban mért bázisértékek felvétele után valamennyi nővér és szakdolgozó egységes infekciókontroll-képzésben részesült, amelynek központi eleme volt a WHO által meghatározott kézhigiénés öt pillanat és a helyes kézfertőtlenítési gyakorlat.

A képzést követő hónapban mindhárom részlegen mérhető, de eltérő mértékű javulás volt tapasztalható. A sebészeti intenzív osztályon a kézhigiénés megfelelés 20,7%-kal nőtt, a belgyógyászati intenzív részlegen 12,6%-os, míg a belgyógyászati II.-n 4,4%-os javulást mértünk. Ez a rövid távú növekedés összhangban áll a nemzetközi szakirodalomban leírtakkal, amelyek szerint az oktatások hatása jellemzően azonnali, de időben gyorsan lecsengő [56] (20. ábra a Mellékletben).

A megfelelési értékek a képzést követő második-harmadik hónaptól visszatértek a korábbi, bázisértékhez közeli szintre, ami alátámasztja azt a megállapítást, hogy a kampányszerű oktatások önmagukban nem elegendőek a tartós magatartásváltozáshoz. A fenntartható javulás feltétele a folyamatos visszajelzés, a rendszeres monitoring, valamint a vezetői elkötelezettség megléte.

A havi visszacsatolásoknak ugyanakkor bizonyos mértékben tartós hatása volt, különösen a sebészeti intenzív részlegen, ahol a korábban rendkívül alacsony megfelelés fokozatosan javult. A belgyógyászati intenzív I. részlegen ezzel szemben a dolgozók a visszajelzéseket gyakran megerősítésként értelmezték, nem pedig fejlesztési lehetőségként, ami a megfelelés fokozatos romlását eredményezte. Ez a különbség jól szemlélteti, hogy a visszajelzések hatékonysága nem kizárólag a formájától, hanem a szervezeti attitűdöktől, a vezetői kommunikációtól és a részlegek belüli infekciókontroll-kultúrától is függ.

Eredményeink alapján megállapítható, hogy az oktatás rövid távon kedvezően befolyásolta a kézhigiénés gyakorlatot, de a hatás fenntartásához folyamatos és célzott visszacsatolás, valamint intézményi szintű megerősítés szükséges.

5.3.4 A munkaterhelés hatása

A túlóra havi meghatározása lehetővé tette, hogy összefüggést keressünk a kézhigiénés megfelelés és a munkaterhelés között. Az adatok elemzése során kirajzolódott a munkaterhelés eltérő mértéke az egyéves vizsgálati időszakban, elsősorban a nyáron, valamint karácsony környékén nőtt a túlóra az egyes részlegek átlagos havi értékeikhez viszonyítva.

Legmarkánsabb összefüggés a belgyógyászati intenzív II. részlegen volt kimutatható: a nyári hónapokban, különösen júliusban a szakdolgozók összesített túlmunkaóráinak száma 142%-kal haladta meg az adott részleg éves átlagát, miközben a kézhigiénés compliance ugyanebben a hónapban 27,5%-kal csökkent.

Ez az egybeesés jól mutatja, hogy a megnövekedett munkaterhelés és a humánerőforrás-hiány szoros kapcsolatban áll a kézhigiénés megfeleléssel. A túlterhelt dolgozók kevesebb időt tudnak fordítani a kézfertőtlenítésre, különösen a betegellátás sűrű, időkritikus fázisaiban, illetve a pszichés kimerültség és a rutin hatására hajlamosabbak kihagyni bizonyos kézhigiénés „pillanatokat”.

Eredményeink alátámasztják, hogy a személyzeti leterheltség az egyik legfontosabb, strukturális szinten kezelendő kockázati tényező. A munkaerőhiány, az ápoló-beteg arány eltolódása mind hozzájárulnak a kézhigiénés megfelelés csökkenéséhez. Ennek következtében a munkaszervezési tényezők optimalizálása közvetett, de jelentős hatással lehet az infekciókontroll hatékonyságára.

5.3.5 A szakmai csoportok közötti különbségek

A kézhigiénés megfelelés vizsgálata során külön elemeztük az orvosok, ápolók és egyéb egészségügyi dolgozók (gyógytornászok, dietetikusok, hallgatók, betegkísérők) eredményeit. A cél annak meghatározása volt, hogy a szakmai szerepek és feladatkörök miként befolyásolják a kézhigiénés magatartást.

Az adatok alapján minden osztályon szignifikáns különbség mutatkozott a szakmacsoportok között. Az ápolók kézhigiénés megfelelési aránya minden esetben magasabb volt, mint az orvosoké vagy az egyéb szakdolgozóké. A különbség statisztikai szignifikanciáját a khi-négyzet teszt és Cramer-féle V meghatározásával mutattuk ki: (5. táblázat)

- sebészeti intenzív osztály: $\chi^2 = 31,26$; $p < 0,0001$; Cramer's $V = 0,112$
- belgyógyászati intenzív osztály I.: $\chi^2 = 14,18$; $p < 0,0001$; Cramer's $V = 0,075$
- belgyógyászati intenzív osztály II.: $\chi^2 = 158,6$; $p < 0,0001$; Cramer's $V = 0,253$

A korrelációk erőssége az osztályok között változó volt, a belgyógyászati intenzív II. részlegén mérsékelt erősségű kapcsolatot találtunk, ami arra utal, hogy itt a szakmai szerepek és felelősségek erősebben érvényesültek a kézhigiénés magatartásban.

Az orvosok alacsonyabb megfelelési aránya egybevág a nemzetközi tapasztalatokkal: több vizsgálat is rámutatott arra, hogy az orvosok nehezebben vonhatók be célzott kézhigiénés képzésekbe [41]. és hajlamosabbak a saját klinikai rutinjukat előtérbe helyezni az előírásokkal szemben. A jelenség mögött részben a munkaidőnyomás, részben a hierarchikus viszonyok, illetve a kézhigiénés normákhoz való eltérő attitűdök húzódnak meg.

Ezzel szemben az ápolók körében mért magasabb megfelelés nemcsak a munkakörből fakadó közvetlenebb betegkontaktusnak, hanem a folyamatos infekciókontroll képzéseknek és ellenőrzéseknek is köszönhető. Az egyéb egészségügyi dolgozók (pl. hallgatók, gyógytornászok, dietetikusok) esetében az alacsonyabb megfelelés a kézhigiénés oktatás rendszertelenségére és a gyakorlatba való ritkább beépülésre utal.

Helyi tapasztalataink megerősítik, hogy a szakmacsoportok közötti különbségek nem csupán egyéni szinten, hanem strukturálisan is értelmezhetők. A jövőbeli fejlesztések során célszerű a beavatkozásokat munkakör szinten megtervezni, külön figyelmet fordítva az orvosi és hallgatói csoportok aktívabb bevonására.

5. táblázat. Kézhyigiénés megfelelés összehasonlítása szakmai csoportonként,
 Khi-négyzet próbával elemezve.

Osztály	Szakmai csoport	Non-compliance n (%)	Compliance n (%)	χ^2	p-érték	Cramer's V	Értelmezés
Sebészeti intenzív (S. ICU)	Ápolók	1110 (53,0)	983 (47,0)	31,26	<0,0001	0,112	Gyenge kapcsolat
	Orvosok	212 (65,6)	111 (34,4)				
	Egyéb eü. dolgozók	55 (76,4)	17 (23,6)				
Belgyógyászati intenzív I. (IM. ICU I)	Ápolók	1230 (54,9)	1010 (45,1)	14,18	<0,001	0,075	Gyenge kapcsolat
	Orvosok	136 (61,8)	84 (38,2)				
	Egyéb eü. dolgozók	31 (81,6)	7 (18,4)				
Belgyógyászati intenzív II. (IM. ICU II)	Ápolók	655 (28,6)	1636 (71,4)	158,67	<0,0001	0,253	Mérsékelt kapcsolat
	Orvosok	122 (74,4)	42 (25,6)				
	Egyéb eü. dolgozók	19 (59,4)	13 (40,6)				
Összesített (overall)	Ápolók	2995 (45,2)	3629 (54,8)	155,50	<0,0001	0,144	Gyenge-mérsékelt kapcsolat
	Orvosok	470 (66,5)	237 (33,5)				
	Egyéb eü. dolgozók	105 (73,9)	37 (26,1)				

5.3.6 A kézhyigiénés „öt momentum” szerinti megfelelés

A WHO által meghatározott, öt momentum szerinti megfigyelés célja az volt, hogy feltárjuk, mely helyzetekben marad el leggyakrabban a kézhyigiénés gyakorlat. Az adatok elemzése azt mutatta, hogy a kézhyigiénés tevékenységek legnagyobb arányban a beteggel történő kontaktust követően (vizsgálat, beavatkozás után) történtek meg, míg a leggyakrabban elmaradó kézhyigiénés események a beteggel való érintkezés előtt, illetve az aszeptikus eljárásokat megelőzően fordultak elő.

A megfigyelések szerint az egészségügyi dolgozók hajlamosabbak a kézhyigiénét saját védelmük szempontjából értelmezni, mintsem a beteg biztonságának eszközeként. Ez különösen abban nyilvánult meg, hogy a váladékkal, testnedvekkel való érintkezés után a megfelelés jóval magasabb volt, mint a kontaktusokat megelőzően. Ugyanakkor a betegkörnyezet érintése utáni kézhyigiéné – amely szintén a WHO által meghatározott öt indikáció egyike – maradt el a legnagyobb arányban.

Különösen aggasztó eredmény, hogy az aszeptikus beavatkozásokat megelőző kézhigiéné szintje viszonylag alacsony volt mindhárom részlegen. Megfigyeléseink alapján a dolgozók többsége a kézfertőtlenítést közvetlenül a beavatkozás megkezdése előtt hajtotta végre, és gyakran elmaradt a fertőtlenítés a steril eszközök előkészítésekor. Ez a gyakorlat ellentmond a nemzetközi ajánlásoknak, amely szerint a steril eszközökkel való kontaktus is kézhigiéné indikációnak számít.

A különbségek a részlegek között ebben a dimenzióban is markánsak voltak: a belgyógyászati intenzív II. részlegen a legkisebb arányban fordult elő elmaradt kézhigiéné, ami a következetes kontroll és a magas compliance-szint eredménye. A sebészeti és belgyógyászati intenzív I. részlegeken ugyanakkor több olyan kritikus pontot azonosítottunk, ahol a kézhigiéné rutinszerűen kimaradt, például a betegkörnyezet érintését követően vagy rövid, adminisztratív jellegű tevékenységek közben (21. ábra a Mellékletben).

Ezek az eredmények egyértelművé teszik, hogy a kézhigiéné oktatásnak és visszajelzésnek nemcsak a gyakoriságra, hanem a kontextusra is irányulnia kell: a célzott oktatások során hangsúlyozni kell az aszeptikus technika előtti és a betegkörnyezet utáni kézhigiéné kritikus szerepét.

5.3.7 A kesztyűhasználati szokások és a kézhigiéné kapcsolata

A vizsgálat egyik kiemelt újdonsága volt a nem steril kesztyűhasználat és a kézhigiéné megfelelés kapcsolatának részletes elemzése. A WHO ajánlása szerint a kesztyű viselése kizárólag akkor indokolt, ha fennáll a vérrel, testnedvvel vagy kontaminált felülettel való kontaktus veszélye [42]. Ezzel szemben a megfigyelések azt mutatták, hogy a kesztyűk használata a gyakorlatban gyakran indokolatlan volt, sőt, sok esetben a kézfertőtlenítés helyettesítőjeként alkalmazták.

A statisztikai elemzés alapján szignifikáns összefüggés mutatkozott az indokolatlan kesztyűhasználat és a kézhigiéné non-compliance között mindhárom részlegen:

- sebészeti intenzív részleg: $\chi^2 = 122,78$; $p < 0,001$; Cramer's V = 0,395,
- belgyógyászati intenzív I. részleg: $\chi^2 = 63,00$; $p < 0,001$; Cramer's V = 0,357,
- belgyógyászati intenzív II részleg: $\chi^2 = 94,95$; $p < 0,001$; Cramer's V = 0,383,

A Cramer-féle V mutató értékei közepes erősségű kapcsolatra utaltak, ami egyértelműen jelzi, hogy ahol a kesztyűhasználat nem volt indokolt, ott a kézhigiénés megfelelés aránya is alacsonyabb volt. A megfigyelések során kiderült, hogy a dolgozók gyakran viseltek kesztyűt a nap jelentős részében, függetlenül a tevékenység jellegétől. Ez a magatartás egyfajta hamis biztonságérzetet keltett, miközben a szennyezett kesztyűkkel való munkavégzés hozzájárult a kórokozók terjedéséhez.

A megfigyelések alapján a kézhigiénés non-compliance döntő többsége (92,6%) indokolatlan kesztyűhasználattal társult. Ezek az eredmények összhangban vannak a nemzetközi szakirodalommal, amely szintén rámutat a kesztyűhasználat és a kézhigiénés közötti konfliktusra [41]. A probléma kezelésére célzott oktatásra van szükség, amely a kesztyűhasználat racionalizálására és a helyes gyakorlat tudatosítására irányul. A jövőbeni intervenciók során indokolt nemcsak a kézfertőtlenítés gyakoriságára, hanem a kesztyűhasználat kontextusára, motivációira és döntési hátterére is hangsúlyt fektetni [57]. (6. táblázat)

6. táblázat. Az indokolatlan kesztyűhasználat és a kézhigiénés non-compliance közötti kapcsolat

Osztály	χ^2	p-érték	Cramer's V	Kapcsolat erőssége	Megfigyelt tendencia
Sebészeti intenzív (S. ICU)	31,26	<0,0001	0,112	Gyenge	Az orvosok és egyéb eü. dolgozók megfelelése alacsonyabb az ápolóknál
Belgyógyászati intenzív I. (IM. ICU I)	14,18	<0,001	0,075	Gyenge	Mérsékelt különbségek a szakmai csoportok között
Belgyógyászati intenzív II. (IM. ICU II)	158,67	<0,0001	0,253	Mérsékelt	Jelentősen jobb megfelelés az ápolók körében
Összesített (overall)	155,50	<0,0001	0,144	Gyenge–mérsékelt	Konzisztens különbségek a szakmai csoportok között

6 Megbeszélés

A jelen doktori értekezés három, egymásra épülő vizsgálat eredményeit foglalja össze, amelyek célja az ellátással összefüggő fertőzések, az antimikrobiális rezisztencia és a kézhigiénés gyakorlat komplex elemzése volt intenzív osztályos környezetben. Az adatok saját, 2023–2024 között, prospektív módon, több részlegen végzett vizsgálatunkból származnak, és releváns képet nyújtanak a hazai aktív, intenzív terápiát nyújtó ellátás fertőzési helyzetéről.

6.1 Az egészségügyi ellátással összefüggő fertőzések előfordulása és típusai

A kutatás során mért 16,9%-os fertőzési prevalencia összhangban áll a nemzetközi adatokkal. Az ECDC legutóbbi *HAI-Net ICU Point Prevalence Survey* (2022) szerint az európai intenzív osztályokon a HAI prevalencia 19–25% között mozog [17]. A hazai NNSR adatok hasonló tartományt mutatnak (2023-as átlag: 21,4%) [9]. Az eredmények megerősítik, hogy a légúti fertőzések – különösen a VAP – továbbra is vezető helyen állnak az ICU-fertőzések között. A tanulmányban az összes fertőzés 54,7%-a légúti eredetű volt, ami némileg magasabb, mint az ECDC által közölt 46%-os európai átlag. A húgyúti fertőzések (16,1%) és a véráramfertőzések (3,8%) aránya szintén illeszkedik a nemzetközi trendekhez [17]. A *Clostridioides difficile*-fertőzések (4,0%) gyakorisága azonban kiemelkedő. Az eredmények tehát azt mutatják, hogy az intenzív osztályos HAI-k főként az invazív eszközökhöz kapcsolódnak, ami alátámasztja az ECDC által is javasolt *device-associated infection prevention bundle* stratégiák fontosságát [17].

6.2 A kórokozók és az antimikrobiális rezisztencia mintázatai

A vizsgálatban az izolátumok több mint kétharmada Gram-negatív baktérium volt, amelyek között a *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae* és *Acinetobacter baumannii* dominált. Ez összhangban áll az európai ESKAPE-csoport (*Enterococcus*, *Staphylococcus*, *Klebsiella*, *Acinetobacter*, *Pseudomonas*, *Enterobacter*) dominanciájával az ICU-kban [24]. A karbapenemrezisztens *Acinetobacter baumannii* (CRAB) előfordulása 18,8% volt. Hasonló értékeket közöltek a dél-európai országokban, ahol a CRAB prevalencia 15–25% közé esik [25]. Magyarországon az NNSR 2023-as jelentése 12,8%-os karbapenemrezisztens *A. baumannii*-arányt mutat, így a jelen eredmény kismértékben meghaladja az országos átlagot. A *Klebsiella pneumoniae* ESBL-termelő aránya (41,2%) megfelel a kelet-közép-európai régióban tapasztalt 40–45%-os értéknek [9, 35]. A rezisztencia tehát nem elszigetelt jelenség, hanem a régió szintjén fennálló problémára utal, amelynek hátterében az empirikus antibiotikum-használat, a hosszú kórházi tartózkodás állhat. Eredményeink arra utalnak, hogy az antimikrobiális stewardship programok nemcsak a gyógyszerhasználat racionalizálására, hanem az infekciókontroll szervezeti működésére is hatással vannak.

6.3 A fertőzések és MDRO-pozitivitás kockázati tényezői

A multivariáns modell alapján három fő, egymástól független tényezőt azonosítottunk:

- hemodialízis (OR 3,69),
- többszervi elégtelenség (OR 1,82),
- obezitás (OR 1,71).

Ezek jól ismert kockázati tényezői az ellátással összefüggő fertőzéseknek, ugyanakkor a kutatás újdonsága, hogy mindhárom együttes hatását kvantitatívan is kimutatta a magyar intenzív ellátásban.

A hemodialízishez társuló magas infekciós arány valószínűleg a centrális katéterek gyakori manipulációjával függ össze [58]. Az obezitás és a többszervi elégtelenség, mint rizikófaktorok az immunrendszer csökkent válaszképességével magyarázhatók [46]. Az MDR-fertőzések független prediktorai között a *Clostridioides difficile*-fertőzés és az alsó légúti infekciók domináltak. Eredményeink jelentősek, mivel eddig kevés olyan vizsgálat készült a régióban, amely a *Clostridioides difficile* fertőzések előfordulását és a multirezisztens kórokozók okozta infekciók kapcsolatát igazolta.

6.3.1 A kézhigiénés megfelelés és oktatási intervenció hatása

A kézhigiénés megfigyelések az értekezés egyik legfontosabb részét képezték. A 63,2%-os átlagos megfelelési arány – bár elmarad a WHO által kitűzött 80%-os céltól – megfelel a fejlett országok átlagának (55–70%) [49]. A kutatás újdonsága, hogy a megfelelés értékelése WHO „Five Moments” bontásában történt, így azonosíthatók voltak a legkritikusabb pontok: az *aszéptikus beavatkozás előtti* (Moment 2) és a *beteggel való kontaktus előtti kézhigiéné* (Moment 1). A 17,5%-os javulás az oktatási intervenció után alátámasztja, hogy a rendszeres visszacsatolás és oktatás hatékony eszköze a viselkedésváltozás elősegítésének. A korrelációs elemzés egyértelmű negatív összefüggést mutatott a kézhigiénés megfelelés és a HAI-incidencia között ($r = -0,62$; $p < 0,01$), ami az infekciókontroll programok gyakorlati hatékonyságát igazolja. A WHO multimodális kézhigiénés stratégiája öt részből áll: oktatás, elérhető kézhigiénés eszközök, megfigyelés, visszacsatolás és intézményi támogatás [49]. A saját kutatásunk ezek közül legalább hármat aktívan alkalmazott (oktatás, megfigyelés, visszacsatolás), és már ezzel is mérhető eredményt ért el. Ez arra utal, hogy a magyar egészségügyi

intézményekben – még erőforrás-korlátozott környezetben is – jelentős javulás érhető el a WHO-ajánlások részleges gyakorlati alkalmazásával.

6.4 Klinikai és egészségpolitikai jelentőség

A vizsgálat során feltárt eredmények nemcsak tudományos, hanem gyakorlati jelentőséggel is bírnak. Egyrészt, az adatok igazolják, hogy az intenzív osztályos fertőzések döntően megelőzhetőek célzott infekciókontroll beavatkozásokkal. Másrészt, a kézhigiénés megfelelés növelése és az oktatás integrálása közvetlenül csökkenti a HAI és MDR előfordulást, ami hosszú távon az egészségügyi költségek és mortalitás mérséklését eredményezheti [37].

A kutatás újdonságai a hazai irodalomhoz képest az alábbiakban foglalhatók össze:

- Elsőként valósított meg intenzív osztályos környezetben egyéves, prospektív, megfigyelést a kézhigiéné, a fertőzések és az MDR összefüggéseiről.
- Integráltan vizsgálta a klinikai, mikrobiológiai és humán tényezőket (oktatás, szerepkör, munkaidő-terhelés).
- Kvantitatív modelleket mutatott be a kézhigiénés megfelelés értelmezéséről.
- A kutatás eredményei így nemcsak intézményi, hanem országos szinten is hozzájárulhatnak a gyakorlat orientált infekciókontroll tevékenységek integrálásához.

6.5 A kutatási hipotézisek értékelése

H1 Feltételeztük, hogy a vizsgált intenzív osztályon az EEÖF-ek prevalenciája meghaladja az európai átlagot, és a légúti infekciók dominálnak. *Az eredmények alátámasztják a hipotézist.* A teljes populációban 16,9%-os HAI-prevalencia volt kimutatható, amely az ECDC 15–16%-os átlagát némileg meghaladta. A fertőzések közel 60%-át alsó légúti infekciók adták, megerősítve, hogy a légúti érintettség az intenzív osztályos infekciók vezető formája.

H2 Feltételeztük, hogy a vizsgált intenzív osztályon az antimikrobiális rezisztencia aránya - különösen a karbapenemrezisztens *Acinetobacter baumannii* (CRAB) esetében - magasabb az európai átlagértéknél. *A hipotézis teljes mértékben*

igazolódott. A karbapenemrezisztens *Acinetobacter baumannii* (CRAB) aránya a vizsgálatban 26,1% volt az *A. baumannii* izolátumokon belül. Ez az érték illeszkedik a kelet- és dél-európai országokban az ECDC (EARS-Net) által közölt, jellemzően 20–40% közötti rezisztenciaarányokhoz, és meghaladja a nyugat- és észak-európai régiókban tapasztalt értékeket.

H3 Feltételeztük, hogy a hemodialízis, az elhízás független kockázati tényezői az EEÖF-nek. *A hipotézis megerősítést nyert.* A többváltozós regressziós elemzés több tényezőt azonosított szignifikánsan: hemodialízis (OR 3,69), elhízás (OR 1,71). Ezek önálló, klinikailag releváns rizikófaktoroknak bizonyultak.

H4 Feltételeztük, hogy a kézhigiénés megfelelés mértéke és az EEÖF előfordulása között negatív korreláció áll fenn. *A hipotézis igazolódott.* Azokon a részlegeken, ahol a kézhigiénés compliance magasabb volt (pl. belgyógyászati intenzív II. részleg: 71%), a HAI-incidencia alacsonyabbnak bizonyult ($p < 0,01$). A kézhigiénés arány növekedése fordítottan arányos volt a fertőzések előfordulásával ($r = -0,63$).

H5 Feltételeztük, hogy a helytelen kesztyűhasználat („glove misuse”) gyakorisága összefügg a kézhigiénés hibákkal. *A hipotézis megerősítést nyert.* A megfigyelések során az indokolatlannak minősített kesztyűhasználati események 92,6%-ában elmaradt a kézhigiéné.

6.6 Összefoglaló értékelés

A kutatás eredményei alapján egyértelmű, hogy a hazai és nemzetközi surveillance rendszerek közötti módszertani különbségek ellenére a főbb trendek hasonlóak: a légúti és eszkozhöz kötött infekciók dominálnak, és a multirezisztens Gram-negatív törzsek jelentik a legnagyobb kihívást. Ugyanakkor a pontos összehasonlíthatóság hiánya – különösen a definíciók, az adatgyűjtés időtartama és a populációs különbségek miatt – azt jelenti, hogy a helyi vizsgálatok, mint a jelen tanulmány, kulcsfontosságúak a hatékony infekciókontrol érdekében. Az NNSR szerepe kiemelt abban, hogy egységes keretet biztosít a magyar intézmények számára a nemzetközi trendekhez való illeszkedéshez, miközben lehetővé teszi a helyi epidemiológiai sajátosságok figyelembevételét. A vizsgálat adatai jól illeszkednek ebbe a rendszerbe, és hozzájárulnak a nemzeti surveillance megbízhatóságának és validitásának erősítéséhez.

A vizsgálat eredményei megerősítik, hogy az intenzív osztályokon kialakuló, ellátással összefüggő fertőzéseknel döntő szerepet játszanak az invazív beavatkozások, a hemodialízis, valamint a hosszú ápolási idő. Az MDRO-fertőzésekhez legszorosabban a *Clostridioides difficile* infekció, az alsó légúti fertőzések és az intenzív antibiotikum-expozíció társulnak. A prehospitális intubálás az egyik legmarkánsabb újonnan azonosított kockázati tényező a kutatásban, amely a jövőbeli infekciókontroll stratégiákban külön figyelmet igényel. A tanulmány eredményei hozzájárulnak a célzott infekciókontroll-intézkedések és a lokális antibiotikum stewardship programok fejlesztéséhez, ezáltal az intenzív osztályos betegbiztonság javításához. Ugyanakkor meg kell jegyezni, hogy az ellátással összefüggő fertőzések kialakulása komplex, időben dinamikus változó folyamat, ez számos módszertani kihívást hordoz magában. A vizsgálat értelmezését korlátozhatja egyes kimenetek alacsony esetszáma (CLABSI), valamint az időfüggő tényezők jelenléte (mi következik miből, vagy történt meg hamarabb). Ezeket a hatásokat a jelen kutatás tervezése és adatfeldolgozása igyekezett figyelembe venni, azonban teljes mértékű kiküszöbölésük nem volt lehetséges.

A 12 hónapos megfigyelés eredményei komplex képet adnak az intenzív osztályokon zajló kézhigiénés gyakorlatról és annak kapcsolatáról az egészségügyi ellátással összefüggő fertőzésekkel. Az elemzések alapján több szinten is megfogalmazhatók következtetések:

- Részleg szintű eltérések: Az intenzív osztály részlegei között jelentős különbségek mutatkoztak mind a kézhigiénés megfelelés, mind a HAI-k incidenciája tekintetében. A belgyógyászati intenzív II. részleg kimagaslóan jó eredményei arra utalnak, hogy a személyzet kiválasztása, az egységes szakmai kultúra és a vezetői elkötelezettség fontos szerepet játszik a kézhigiénés normák fenntartásában.
- A kézhigiéné és a fertőzések kapcsolata: Az aggregált adatok szintjén egyértelmű, szignifikáns negatív korreláció mutatkozott a kézhigiénés megfelelés és a HAI-k incidenciája között ($r = -0,68$; $p < 0,0001$), ami megerősíti a kézhigiéné szerepét a fertőzések megelőzésében.
- A képzés és visszajelzés hatása: Az oktatás rövid távon növelte a megfelelési arányt, azonban a hatás gyorsan lecsengett. A hosszú távú javulás eléréséhez elengedhetetlen a rendszeres visszajelzés és az intézményi szintű megerősítő mechanizmusok beépítése.

- A terhelés és munkaidő hatása: A fokozott túlmunka a kézhigiénés gyakorlat jelentős romlásával járt együtt, ami a humán erőforrás-gazdálkodás és munkaszervezés infekciókontrollt érintő fontosságát emeli ki.
- Szakmai különbségek: Az ápolók lényegesen jobb kézhigiénés megfelelést mutattak, mint az orvosok vagy más szakdolgozók. Ez alátámasztja, hogy az oktatásnak szakmacsoport-specifikusnak kell lenniük, az orvosok aktívabb bevonásával.
- Kesztyűhasználat és non-compliance: Az indokolatlan kesztyűhasználat és a kézhigiénés non-compliance közötti szoros kapcsolat rávilágít arra, hogy a kesztyűhasználati attitűdök felülvizsgálata sürgető. Az irracionális gyakorlat nemcsak az anyagfelhasználás szempontjából problémás, hanem közvetlen infekciós kockázatot is jelent.

Az eredmények azt mutatják, hogy a kézhigiénés megfelelés nem kizárólag egyéni magatartási kérdés, hanem összetett, rendszerszintű jelenség, amelyet a szervezeti kultúra, a vezetés, a munkaterhelés és az oktatási struktúrák együttesen határoznak meg. A kutatás hozzájárul a magyarországi intenzív ellátás kézhigiénés gyakorlatának mélyebb megértéséhez, és alapot teremt a jövőbeni, célzott infekciókontroll-intervenciókhoz.

A jelen értekezés bizonyította, hogy az intenzív osztályon előforduló ellátással összefüggő fertőzések előfordulása és az MDR kórokozók jelenléte szorosan összefügg a kézhigiénés gyakorlat minőségével és az invazív eszközhasználat gyakoriságával. A kutatás a magyar infekciókontroll gyakorlat szempontjából úttörő jelentőségű, mert helyi szinten bizonyította a WHO ajánlások gyakorlati hatását, adatot szolgáltatott az MDRO és CDI együttes előfordulásáról, és tudományosan megalapozta a kézhigiénés oktatási programok hosszú távú fenntartásának szükségességét.

7 Következtetések

A vizsgálat eredménye alapján az alábbi megállapítások és következtetések fogalmazhatók meg:

- A HAI-k előfordulási aránya az intenzív osztályos betegpopulációban magas, de célzott intervenciókkal csökkenthető. Az intenzív osztályos betegpopuláció 16,9%-ánál fordult elő legalább egy EEÖF, amelyek közel 60%-a légúti eredetű volt. A

fertőzések döntő többsége invazív eszközhasználathoz kapcsolódott, ami a megelőzési stratégiák elsődleges célpontját jelöli ki.

- A Gram-negatív kórokozók dominanciája és az MDR-törzsek aránya komoly infekciókontroll-kihívást jelent. Az izolált baktériumok több mint kétharmada Gram-negatív volt; a *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae* és *Acinetobacter baumannii* dominált. Az MDRO-pozitív izolátumok aránya 30,9%, leggyakrabban karbapenemrezisztens *A. baumannii* (CRAB) és ESBL-termelő *K. pneumoniae* formájában.
- Három független rizikófaktor bizonyult meghatározónak a fertőzések előfordulásában. A multivariáns modell szerint a hemodialízis (OR 3,69), a multiorgán diszfunkció (OR 1,82) és az obezitás (OR 1,71) önállóan növeli az EEÖF kockázatát.
- A *Clostridioides difficile* fertőzések és az MDRO-pozitivitás egymást erősítő tényezőknek bizonyultak. Az együttes előfordulás hosszabb kórházi tartózkodással és nagyobb mortalitással járt, ami indokolja a komplex infekciókontroll-megközelítést (antibiotikum-politika, higiénés intervenció).
- A kézhigiénés megfelelés és az EEÖF-ek előfordulása között fordított összefüggés volt kimutatható. A vizsgálat során a kézhigiénés megfelelés osztály- és időszak függően változott (tartomány: 37–71%). Az összesített elemzés alapján szignifikáns negatív korreláció igazolódott a kézhigiénés megfelelés és a HAI-előfordulás között ($r = -0,68$; $p < 0,0001$). A WHO „Five Moments for Hand Hygiene” szerinti bontásban az aszeptikus beavatkozások előtti kézfertőtlenítés bizonyult a legkritikusabb pontnak, ahol a megfelelés mindössze 45,7% volt.
- A kutatás eredményei alátámasztják az infekciókontroll és antibiotikum-stewardship programok integrált megközelítését. Az eszközhasználati gyakorlat felülvizsgálata, a kézhigiéné folyamatos monitorozása és a visszacsatolás rendszerszintű bevezetése elengedhetetlen. Az oktatási beavatkozások kis erőforrással is jelentős eredményt hozhatnak, különösen, ha az intézményi vezetés támogatja őket.
- Összességében az értekezés hozzájárul a hazai infekciókontroll tudományos alapjainak fejlesztéséhez, és gyakorlati útmutatást ad az EEÖF-ek megelőzéséhez, a betegbiztonság növeléséhez és az antibiotikum-rezisztencia visszaszorításához.

8 Összefoglalás

A kutatás egy egyéves, magyarországi intenzív terápiás osztály három részlegén zajló vizsgálat adatait dolgozza fel.

Célja volt megvizsgálni az ellátással összefüggő fertőzések, valamint a multirezisztens kórokozók okozta infekciók kialakulásában szerepet játszó tényezőket, illetve a kézhigiénés gyakorlatot. Az adatfelvétel és feldolgozás során ötvöztük az infekciókontroll gyakorlat módszertani elemeit, annak érdekében, hogy a vizsgálat limitációi ellenére reprezentatív adatokat kapjunk.

Kutatásunk során kézhigiénés megfelelést mértünk havi rendszerességgel, így összehasonlítható adatokat nyertünk, amellyel jellemezni tudtuk az ellátási egységeket. Az adatokat felhasználtuk a részlegek kézhigiénés megfelelésének összehasonlítására, valamint az időbeli lefolyásuk jellemzésére.

A kézhigiénés megfigyeléssel párhuzamosan prospektív vizsgálat zajlott, amely az ellátással összefüggő fertőzések feltárására irányult. Az adatfelvétel során minden dokumentált, és releváns változót megvizsgáltunk, amely befolyásolhatja a fertőzések kialakulását. A fertőzések diagnózisának felállítását a kezelőorvos, szükség esetén klinikai infektológus végezte.

A vizsgálatnak számos gyakorlati jelentőségű eredménye született, amely hozzájárulhat a hazai, célzott infekciókontroll intézkedések megvalósításához.

A havi aggregált adatok elemzése igazolta a kézhigiénés megfelelés és az ellátással összefüggő fertőzések kapcsolatát. Ugyanakkor számos kérdést is felvetett az adatok feldolgozására és értelmezésére vonatkozóan. Új megközelítésként vizsgáltuk az átlagos megfelelés mellett az ingadozásnak, valamint a kritikusan rossz teljesítményű napoknak a hatását. A kézhigiénés megfelelésen túl szükségesnek tartottuk a kesztyűhasználat megfigyelését, amelynek eredményeként kapcsolatot találtunk a nem megfelelő kesztyűhasználat és a kézhigiénés non-compliance között.

Vizsgálatunk alapján a kézhigiénés megfelelést befolyásoló tényezők közül az oktatásnak, illetve a munkaterhelésnek van meghatározó szerepe.

A fertőzések okainak elemzése során kiemelendő eredményként tekintünk a preahospitális intubációra, mint a korai VAP-ok független prediktorára.

Összességében a kutatás eredményei jelentősek, nemcsak a meglévő téziseket igazolják, hanem új, hasznosítható, gyakorlati infekciókontroll ajánlásokat is megfogalmaznak.

9 Szerzői publikációk

9.1 Értekezéshez kapcsolódó publikációk

Csörnyei-Kelemen A, Szabo S, Leszkoven J, Misak V, Balogh Z. Hand hygiene compliance and glove use in intensive care units: a one-year observational study in Hungary. *J Hosp Infect.* 2025;167:163–169. doi:10.1016/j.jhin.2025.10.009.

Csörnyei-Kelemen A, Repasi LM, Leszkoven J, Misak V, Balogh Z. One-year epidemiological analysis of nosocomial infections and antimicrobial resistance in a Hungarian intensive care unit. *Infect Prev Pract.* 2026;8(1):100505. doi:10.1016/j.infpip.2025.100505.

Csörnyei-Kelemen A, Csörnyei Z, Balogh Z. Inappropriate glove use as a marker of unreliable hand hygiene in intensive care units. *Am J Infect Control.* 2026;54(6):716–718. doi:10.1016/j.ajic.2026.02.238.

Csörnyei-Kelemen Á., Csörnyei Z., Balogh Z. Multidimensional Assessment of Hand Hygiene Compliance and Its Association With Healthcare-Associated Infection Incidence in Intensive Care Units. *Antimicrobial Resistance & Infection Control.* Accepted for publication.

9.2 Bírálattal álló közlemények

Csörnyei-Kelemen A, Repasi M, Leszkoven J, Misak V, Balogh Z. Risk factors for healthcare-associated infections in intensive care units: a prospective cohort study with emphasis on early ventilator-associated pneumonia. *Infection Prevention in Practice.* Under review.

Csörnyei-Kelemen A, Csörnyei Z, Balogh Z. Where hand hygiene breaks down: adherence to the WHO Five Moments and the role of glove use in intensive care nursing practice. *Infection Prevention in Practice.* Under review.

10 Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretném kifejezni őszinte köszönetemet mindazoknak, akik munkámmal kapcsolatban támogatásukat és segítségüket nyújtották.

Külön köszönettel tartozom témavezetőmnek Dr. Balogh Zoltán tanszékvezető úrnak, aki szakmai iránymutatásával, türelmével és biztatásával végigkíserte a kutatás és az értekezés elkészítésének folyamatát. Hálás vagyok a kutatásban részt vevő klinikusoknak és az egészségügyi dolgozóknak, akik együttműködésükkel és nyitottságukkal lehetővé tették a megfigyeléseket, és a kényes szituációkat empátiával és megértéssel kezelték.

Köszönetet mondok Antalovits Ferencnének, aki a publikációs munkák során nyújtott segítségével járult hozzá a szakmai közösségekhez való aktív tartozáshoz, illetve a kéziratok publikálásához.

Köszönöm továbbá a könyvtár dolgozóinak az információkeresésben és forrásfeldolgozásban nyújtott támogatásukat.

Végül, de nem utolsósorban, szeretném megköszönni családomnak, különösen négy kicsi gyermekemnek a szeretetet és megértést, amellyel végig mellettem álltak, és türelemmel nélkülöztek a kutatás és írás évei alatt, valamint férjemnek, aki biztatott, segített, támogatott.

11 Hivatkozási jegyzék

- [1] Bloch N, Rüfenacht S, Ludwinek M, Frick W, Kleger GR, Schneider F, Albrich WC, Flury D, Kuster SP, Schlegel M, Kohler P. Healthcare-associated infections in intensive care unit patients with and without COVID-19: a single center prospective surveillance study. *Antimicrob Resist Infect Control*. 2023;12:147. <https://doi.org/10.1186/s13756-023-01353-6>
- [2] Adal O, Tschay YT, Ayenew B, Abate TW, Mekonnen GB, Mulatu S, Mamo ST, Ayenew T, Messelu MA, Belayneh AG. The burden and predictors of hospital-acquired infection in intensive care units across Sub-Saharan Africa: systematic review and metanalysis. *BMC Infect Dis*. 2025;25:634. <https://doi.org/10.1186/s12879-025-11038-7>
- [3] Vincent JL, Rello J, Marshall J, Silva E, Anzueto A, Martin CD, Moreno R, Lipman J, Gomersall C, Sakr Y, Reinhart K; EPIC II Group of Investigators. International study of the prevalence and outcomes of infection in intensive care units. *JAMA*. 2009;302(21):2323–9. <https://doi.org/10.1001/jama.2009.1754>
- [4] Cassini A, Plachouras D, Eckmanns T, Abu Sin M, Blank HP, Ducomble T, Haller S, Harder T, Klingeberg A, Sixtensson M, Velasco E, Weiß B, Kramarz P, Monnet DL, Kretzschmar ME, Suetens C. Burden of six healthcare-associated infections on European population health: estimating incidence-based disability-adjusted life years through a population prevalence-based modelling study. *PLoS Med*. 2016;13(10):e1002150. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1002150>
- [5] World Health Organization (WHO). *Global report on infection prevention and control* 2024. Geneva: WHO; 2024. Available from: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240103986>
- [6] European Centre for Disease Prevention and Control. *Healthcare-associated infections acquired in intensive care units – Annual Epidemiological Report for 2021*. Stockholm: ECDC; 2024. Available from: <https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/healthcare-associated-infections-acquired-intensive-care-units-annual-0>

- [7] European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC). *Surveillance of healthcare-associated infections and antimicrobial use in European intensive care units*. Stockholm: ECDC; 2024. Available from: <https://www.ecdc.europa.eu/en/healthcare-associated-infections-acquired-intensive-care-units>
- [8] Centers for Disease Control and Prevention (CDC). *2024 National and State HAI Data Report*. Atlanta: CDC; 2026. Available from: <https://www.cdc.gov/healthcare-associated-infections/php/data/progress-report.html>
- [9] Nemzeti Népegészségügyi és Gyógyszerészeti Központ (NNGYK). *Nemzeti Nosocomialis Surveillance Rendszer (NNSR) éves jelentés, 2023*. Budapest: NNGYK; 2024. Available from: <https://nngyk.gov.hu/hu/?id=324&view=category>
- [10] Rice LB. Federal funding for the study of antimicrobial resistance in nosocomial pathogens: No ESKAPE. *J Infect Dis*. 2008;197(8):1079–81. <https://doi.org/10.1086/533452>
- [11] Allegranzi B, Pittet D. Role of hand hygiene in healthcare-associated infection prevention. *J Hosp Infect*. 2009;73(4):305–15. <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2009.04.019>
- [12] World Health Organization (WHO). *My Five Moments for Hand Hygiene*. Geneva: WHO; 2009. Available from: <https://www.who.int/publications/i/item/my-five-moments-for-hand-hygiene>
- [13] Lambe KA, Lydon S, Madden C, Vellinga A, Hehir A, Walsh M, O'Connor P. Hand hygiene compliance in the ICU: a systematic review. *Crit Care Med*. 2019;47(9):1251–7. <https://doi.org/10.1097/CCM.0000000000003868>
- [14] Chang N-CN, Schweizer ML, Reisinger HS, Jones M, Chrischilles E, Chorazy M, Huskins WC, Herwaldt L. The impact of workload on hand hygiene compliance: Is 100% compliance achievable? *Infect Control Hosp Epidemiol*. 2022;43(9):1259–61. <https://doi.org/10.1017/ice.2021.179>
- [15] Afework A, Tamene A. Uncovering the obstacles: a comprehensive analysis of barriers to hand hygiene adherence among healthcare providers: a systematic review. *BMC Infect Dis*. 2025;25:502. <https://doi.org/10.1186/s12879-025-10924-4>

- [16] Centers for Disease Control and Prevention (CDC). *National Healthcare Safety Network (NHSN) Patient Safety Component Manual*. Atlanta: CDC; 2024. Available from: <https://www.cdc.gov/nhsn/psc/index.html>
- [17] European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC). *Point Prevalence Survey of Healthcare-associated Infections and Antimicrobial Use in European Acute Care Hospitals, 2022–2023*. Stockholm: ECDC; 2024. Available from: <https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/PPS-HAI-AMR-acute-care-europe-2022-2023>
- [18] European Centre for Disease Prevention and Control. Healthcare-associated infections acquired in intensive care units – Annual Epidemiological Report for 2022. Stockholm: ECDC; 2026. Available from: <https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/healthcare-associated-infections-acquired-intensive-care-units-annual-1>
- [19] Cassini A, Diaz Högberg L, Plachouras D, Quattrocchi A, Hoxha A, Simonsen GS, Colomb-Cotinat M, Kretzschmar ME, Devleeschauwer B, Cecchini M, Ait Ouakrim D, Cravo Oliveira T, Struelens MJ, Suetens C, Monnet DL; Burden of AMR Collaborative Group. Attributable deaths and disability-adjusted life-years caused by infections with antibiotic-resistant bacteria in the EU and the European Economic Area in 2015: a population-level modelling analysis. *Lancet Infect Dis*. 2019;19(1):56–66. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(18\)30605-4](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(18)30605-4)
- [20] World Health Organization (WHO). Antimicrobial resistance. Geneva: WHO; 2023. Available from: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/antimicrobial-resistance>
- [21] Munita JM, Arias CA. Mechanisms of Antibiotic Resistance. *Microbiol Spectr*. 2016;4(2):VMBF-0016-2015. <https://doi.org/10.1128/microbiolspec.VMBF-0016-2015>
- [22] Lepape A, Jean A, De Waele J, Friggeri A, Savey A, Vanhems P, Gustin MP, Monnet DL, Garnacho-Montero J, Kohlenberg A. European intensive care physicians' experience of infections due to antibiotic-resistant bacteria. *Antimicrob Resist Infect Control*. 2020;9(1):1. <https://doi.org/10.1186/s13756-019-0662-8>

- [23] Rosenthal VD, Al-Abdely HM, El-Kholy AA, AlKhawaja SAA, Leblebicioglu H, Mehta Y, et al. International Nosocomial Infection Control Consortium report, data summary of 50 countries for 2010–2015: Device-associated module. *Am J Infect Control*. 2016;44(12):1495–1504. <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2016.08.007>
- [24] European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC). *Antimicrobial resistance in the EU/EEA (EARS-Net) – Annual Epidemiological Report for 2023*. Stockholm: ECDC; 2024. Available from: <https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/antimicrobial-resistance-annual-epidemiological-report-2023>
- [25] World Health Organization (WHO), European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC). *Antimicrobial resistance surveillance in Europe and the burden of AMR: 2024 update*. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe; 2024. Available from: <https://www.who.int/europe/publications/i/item/9789289059284>
- [26] European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC). *Point prevalence survey of healthcare-associated infections and antimicrobial use in European acute care hospitals 2016–2017*. Stockholm: ECDC; 2018. Available from: <https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/point-prevalence-survey-healthcare-associated-infections-and-antimicrobial-use-5>
- [27] World Health Organization (WHO). *Antimicrobial resistance: global report on surveillance*. Geneva: WHO; 2014. Available from: <https://iris.who.int/handle/10665/112642>
- [28] European Centre for Disease Prevention and Control. Surveillance of antimicrobial resistance in Europe, 2024 data. Stockholm: ECDC; 2025. Available from: <https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/surveillance-antimicrobial-resistance-europe-2024-data>
- [29] World Health Organization (WHO). *Global report on infection prevention and control*. Geneva: WHO; 2022. Available from: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240051164>

- [30] World Health Organization (WHO). *Global IPC Strategy and Implementation Framework 2023–2030*. Geneva: WHO; 2023. Available from: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240079487>
- [31] World Health Organization (WHO). *Antimicrobial stewardship programmes in health-care facilities in low- and middle-income countries: a WHO practical toolkit*. Geneva: WHO; 2019. Available from: <https://iris.who.int/handle/10665/329404>
- [32] Zay Ya K, Win PTN, Bielicki J, Lambiris M, Fink G. Association between antimicrobial stewardship programs and antibiotic use globally: a systematic review and meta-analysis. *JAMA Netw Open*. 2023;6(2):e2253806. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2022.53806>
- [33] Barlam TF, Cosgrove SE, Abbo LM, MacDougall C, Schuetz AN, Septimus EJ, Dellit TH, Falck-Ytter YT, Fishman NO, Hamilton CW, Jenkins TC, Lipsett PA, Malani PN, May LS, Moran GJ, Neuhauser MM, Wortman DA, Chambers HF, Goldstein EJC, Albrecht VA, Jernigan JA. Implementing an antibiotic stewardship program: guidelines by the IDSA and SHEA. *Clin Infect Dis*. 2016;62(10):e51–e77. <https://doi.org/10.1093/cid/ciw118>
- [34] World Health Organization (WHO). *WHO policy guidance on integrated antimicrobial stewardship activities*. Geneva: WHO; 2021. Available from: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240025530>
- [35] European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC). *Surveillance of antimicrobial consumption and resistance in healthcare facilities, 2023*. Stockholm: ECDC; 2023. Available from: <https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/surveillance-antimicrobial-consumption-and-resistance-healthcare-facilities>
- [36] Baur D, Gladstone BP, Burkert F, Carrara E, Foschi F, Döbele S, Tacconelli E. Effect of antibiotic stewardship on the incidence of infection and colonisation with antibiotic-resistant bacteria and *Clostridium difficile* infection: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Infect Dis*. 2017;17(9):990–1001. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(17\)30325-0](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(17)30325-0)
- [37] World Health Organization (WHO). *Core components for infection prevention and control programmes at the national and acute health care facility level: WHO*

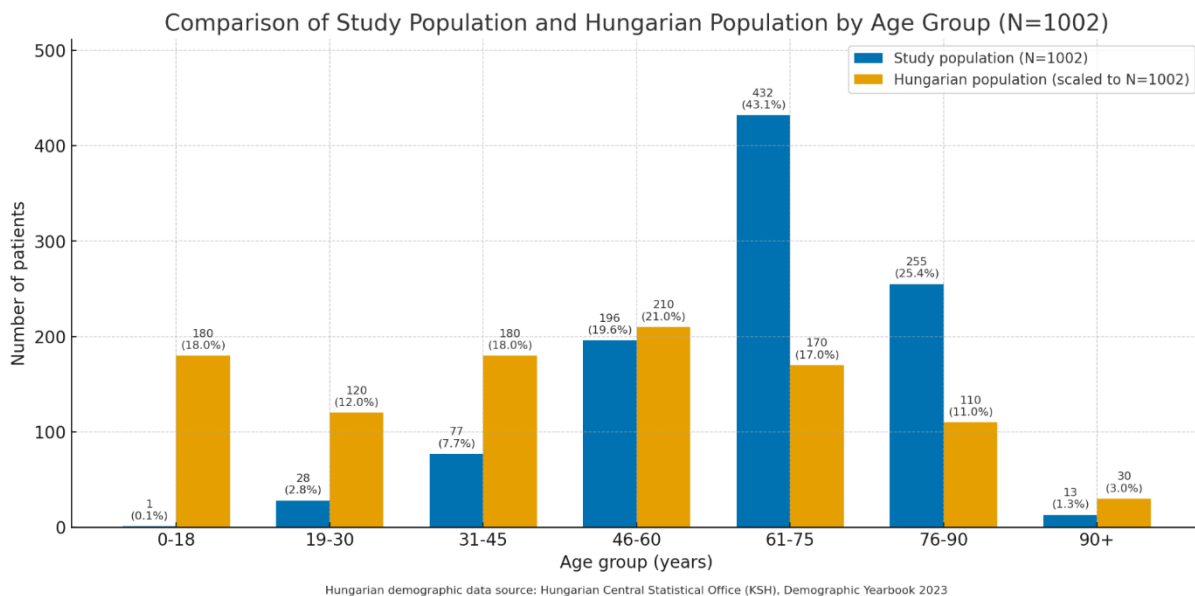
- guidelines*. Geneva: WHO; 2016. Available from: <https://iris.who.int/handle/10665/251730>
- [38] Timsit JF, Bassetti M, Cremer O, Daikos G, De Waele J, Kallil A, Kipnis E, Kollef M, Laupland K, Paiva JA, Rodríguez-Baño J, Ruppé É, Salluh J, Taccone FS, Weiss E, Barbier F. Rationalizing antimicrobial therapy in the ICU: a narrative review. *Intensive Care Med*. 2019;45(2):172–89. <https://doi.org/10.1007/s00134-019-05520-5>
- [39] Banerjee R, Humphries R. Rapid antimicrobial susceptibility testing methods for blood cultures and their clinical impact. *Front Med (Lausanne)*. 2021;8:635831. <https://doi.org/10.3389/fmed.2021.635831>
- [40] 20/2009. (VI. 18.) EüM rendelet az egészségügyi ellátással összefüggő fertőzések megelőzéséről, e tevékenységek szakmai minimumfeltételeiről és felügyeletéről. Nemzeti Jogszabálytár. Available from: <https://njt.hu/jogszabaly/2009-20-20-0B>
- [41] Erasmus V, Daha TJ, Brug J, Richardus JH, Behrendt MD, Vos MC, van Beeck EF. Systematic review of studies on compliance with hand hygiene guidelines in hospital care. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 2010;31(3):283–94. <https://doi.org/10.1086/650451>
- [42] World Health Organization (WHO). WHO Guidelines on Hand Hygiene in Health Care. Geneva: WHO; 2009. Available from: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241597906>
- [43] Sickbert-Bennett EE, DiBiase LM, Willis TM, Wolak ES, Weber DJ, Rutala WA. Reduction of healthcare-associated infections by exceeding high compliance with hand hygiene practices. *Emerg Infect Dis*. 2016;22(9):1628–30. <https://doi.org/10.3201/eid2209.151440>
- [44] Csörnyei-Kelemen A, Szabó S, Leszkoven J, Misak V, Balogh Z. Hand hygiene compliance and glove use in intensive care units: A one-year observational study in Hungary. *J Hosp Infect*. 2026;167:163–169. <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2025.10.009>
- [45] World Health Organization (WHO). *Hand Hygiene Self-Assessment Framework 2010*. WHO Patient Safety. Geneva: WHO; 2010. Available from:

<https://www.who.int/publications/m/item/hand-hygiene-self-assessment-framework-2010>

- [46] Huttunen R, Syrjänen J. Obesity and the risk and outcome of infection. *Int J Obes (Lond)*. 2013;37(3):333–40. <https://doi.org/10.1038/ijo.2012.62>
- [47] Allegranzi B, Gayet-Ageron A, Damani N, Bengaly L, McLaws ML, Moro ML, Memish Z, Urroz O, Richet H, Storr J, Donaldson L, Pittet D. Global implementation of WHO's multimodal hand hygiene improvement strategy: a quasi-experimental study. *Lancet Infect Dis*. 2013;13(10):843–51. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(13\)70163-4](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(13)70163-4)
- [48] Ojanperä H, Kanste OI, Syrjälä H. Hand-hygiene compliance by hospital staff and incidence of health-care-associated infections, Finland. *Bull World Health Organ*. 2020;98(6):387–98. <https://doi.org/10.2471/BLT.19.247494>
- [49] World Health Organization (WHO). *WHO Guidelines on Hand Hygiene in Health Care: First Global Patient Safety Challenge – Clean Care is Safer Care*. Geneva: WHO; 2009. Available from: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241597906>
- [50] Centers for Disease Control and Prevention (CDC). *National Healthcare Safety Network (NHSN) Patient Safety Component Manual*. Atlanta: CDC; 2024. Available from: <https://www.cdc.gov/nhsn/psc/index.html>
- [51] World Medical Association. Declaration of Helsinki: Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects. World Medical Association; 2013. Available from: <https://www.wma.net/policies-post/wma-declaration-of-helsinki-ethical-principles-for-medical-research-involving-human-subjects/>
- [52] Országgyűlés. 2011. évi CXII. törvény az információs önrendelkezési jogról és az információszabadságról. Magyar Közlöny; 2011. Available from: <https://njt.hu/jogszabaly/2011-112-00-00>
- [53] Országgyűlés. 1997. évi XLVII. törvény az egészségügyi és a hozzájuk kapcsolódó személyes adatok kezeléséről és védelméről. Magyar Közlöny; 1997. Available from: <https://njt.hu/jogszabaly/1997-47-00-00>

- [54] European Parliament and Council of the European Union. Regulation (EU) 2016/679 of the European Parliament and of the Council (General Data Protection Regulation). *Official Journal of the European Union*; 2016. Available from: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/?uri=CELEX%3A32016R0679>
- [55] Központi Statisztikai Hivatal. Születéskor várható élettartam Magyarországon, nemek szerint. Budapest: KSH; 2023. Available from: https://www.ksh.hu/stadat_files/nep/hu/nep0018.html
- [56] Pittet D, Hugonnet S, Harbarth S, Mourouga P, Sauvan V, Touveneau S, Perneger TV; Members of the Infection Control Programme. Effectiveness of a hospital-wide programme to improve compliance with hand hygiene. *Lancet*. 2000;356(9238):1307–12. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(00\)02814-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(00)02814-2)
- [57] Loveday HP, Lynam S, Singleton J, Wilson J. Clinical glove use: healthcare workers' actions and perceptions. *J Hosp Infect*. 2014;86(2):110–6. <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2013.11.003>
- [58] Centers for Disease Control and Prevention (CDC). *National Healthcare Safety Network (NHSN) Dialysis Event Surveillance*. Atlanta: CDC; 2023. Available from: <https://www.cdc.gov/nhsn/dialysis/index.html>
- [59] Csörnyei-Kelemen A, Repasi LM, Leszkoven J, Misak V, Balogh Z. One-year epidemiological analysis of nosocomial infections and antimicrobial resistance in a Hungarian intensive care unit. *Infect Prev Pract*. 2026;8(1):100505. <https://doi.org/10.1016/j.infpip.2025.100505>

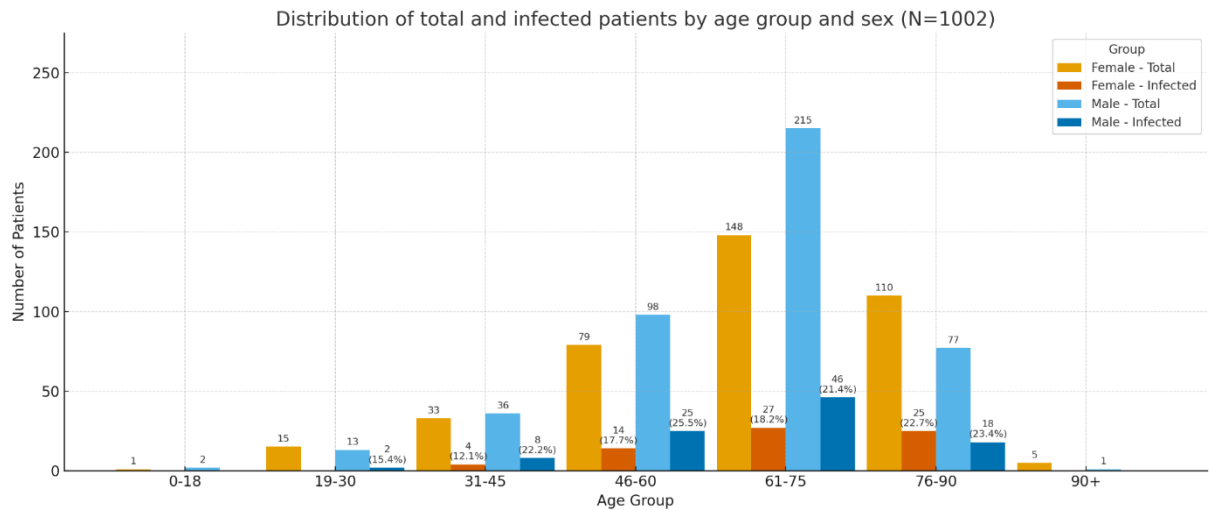
12 Mellékletek



12.1 Melléklet 1. ábra

A vizsgált intenzív osztályos betegek életkori eloszlása nemenként, százalékos arányban megadva.

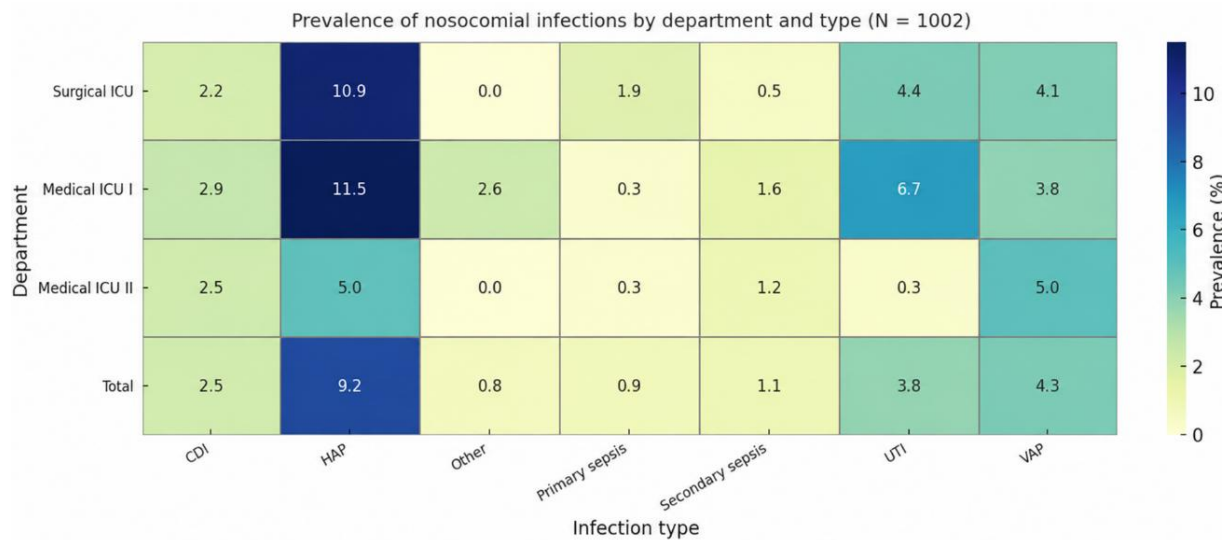
Forrás: saját adatgyűjtés alapján, saját szerkesztés; az eredmények megjelentek: Csörnyei-Kelemen et al. [59].



12.2 Melléklet 2. ábra

Női és férfi betegek aránya az intenzív osztályon fekvő populációban, fertőzött és nem fertőzött csoportokra bontva, százalékos megoszlásban feltüntetve.

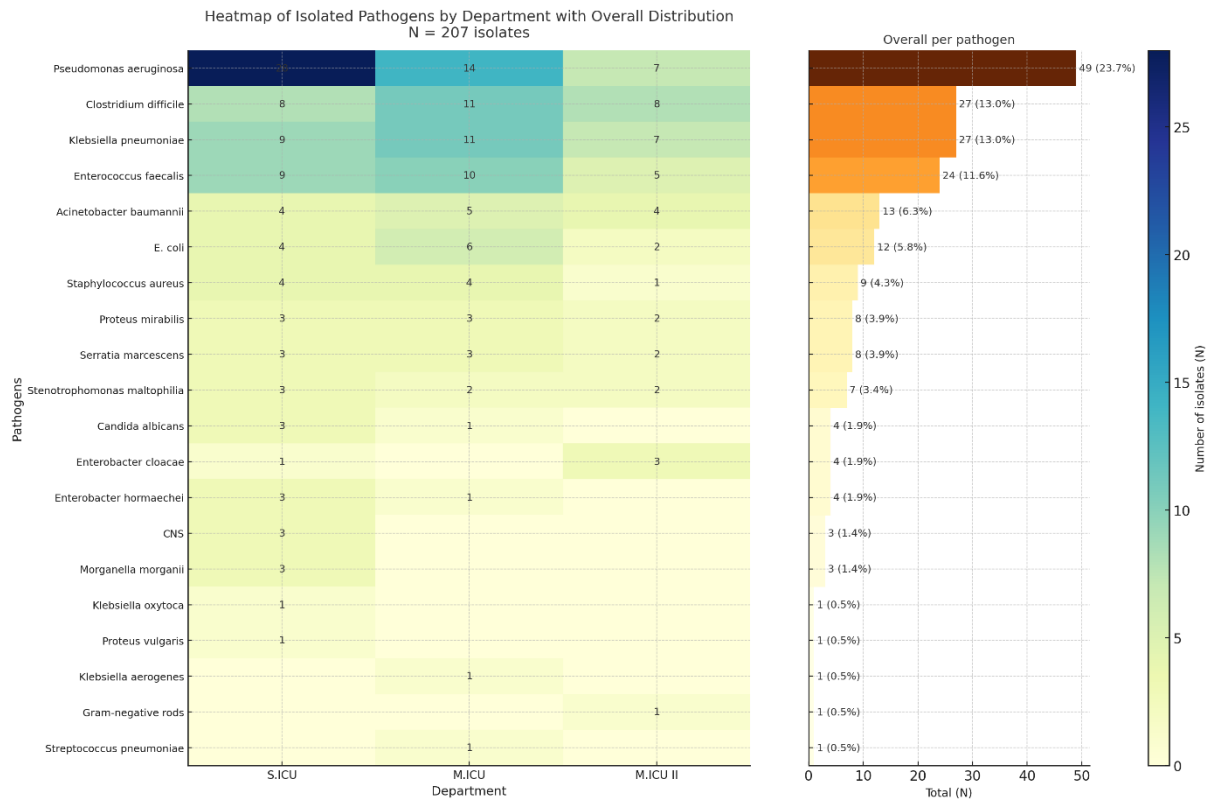
Forrás: saját adatgyűjtés alapján, saját szerkesztés; az eredmények megjelentek: Csörnyei-Kelemen et al. [59].



12.3 Melléklet 3. ábra

Egészségügyi ellátással összefüggő fertőzések prevalenciája a vizsgált populációban, N=1002

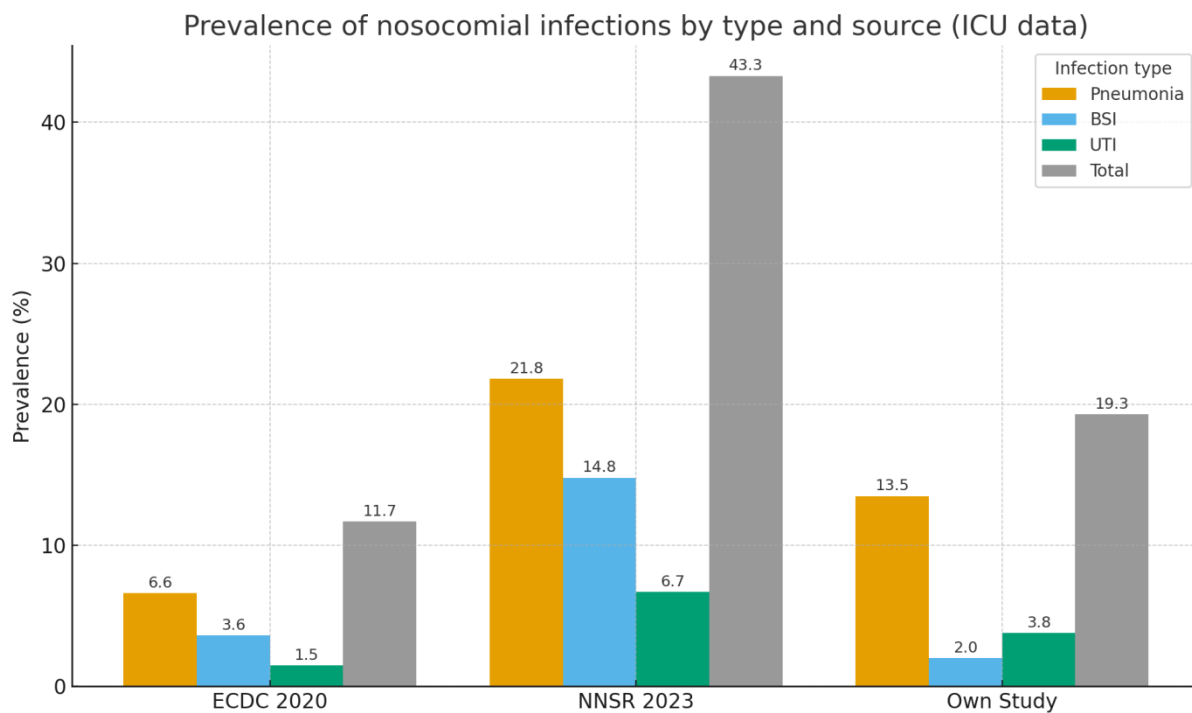
Forrás: saját adatgyűjtés alapján, saját szerkesztés; az eredmények megjelentek: Csörnyei-Kelemen et al. [59].



12.4 Melléklet 4. ábra

Patogén kórokozók megoszlása a vizsgált intenzív osztályon, N=207 izolátum.

Forrás: saját adatgyűjtés alapján, saját szerkesztés; az eredmények megjelentek: Csörnyei-Kelemen et al. [59].

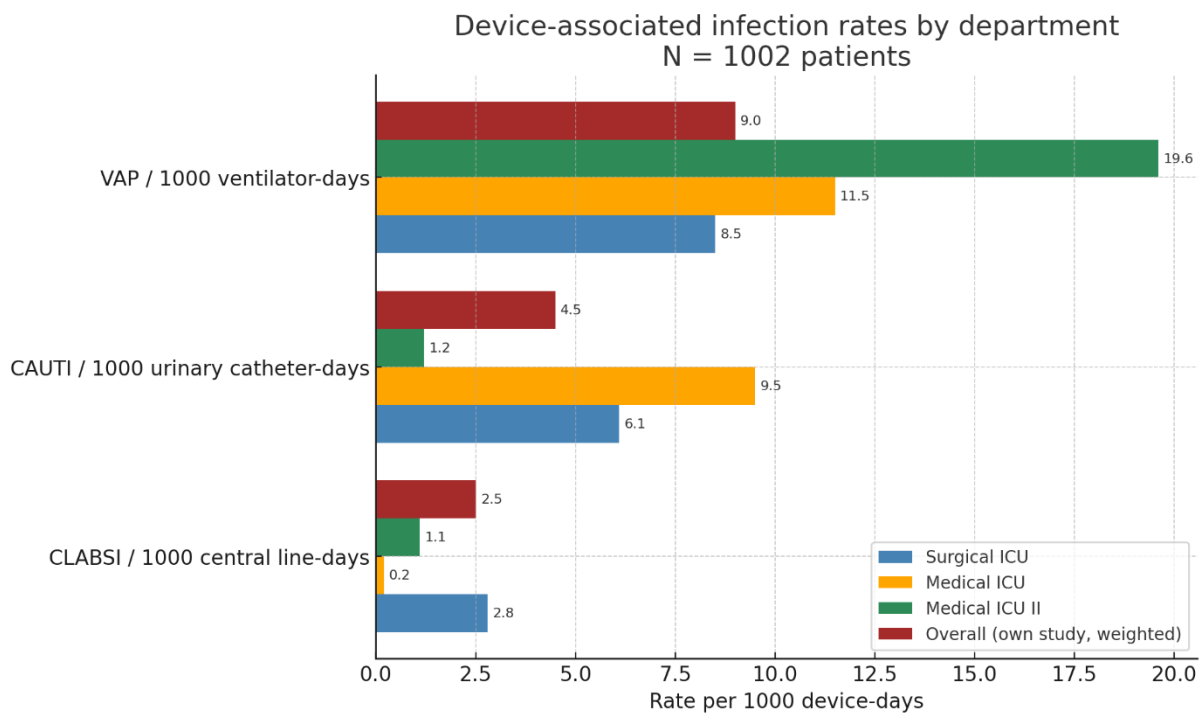


Sources: ECDC 2020 ICU Surveillance; NNSR 2023 (ICU patients, n=298); Own study (N=1002)

12.5 Melléklet 5. ábra

Infekciók prevalenciájának összehasonlítása, magyar (NNSR), európai (ECDC) és saját (Own study) kutatási adatok alapján, fertőzés típusonként (Pneumonia, BSI, UTI, Total)

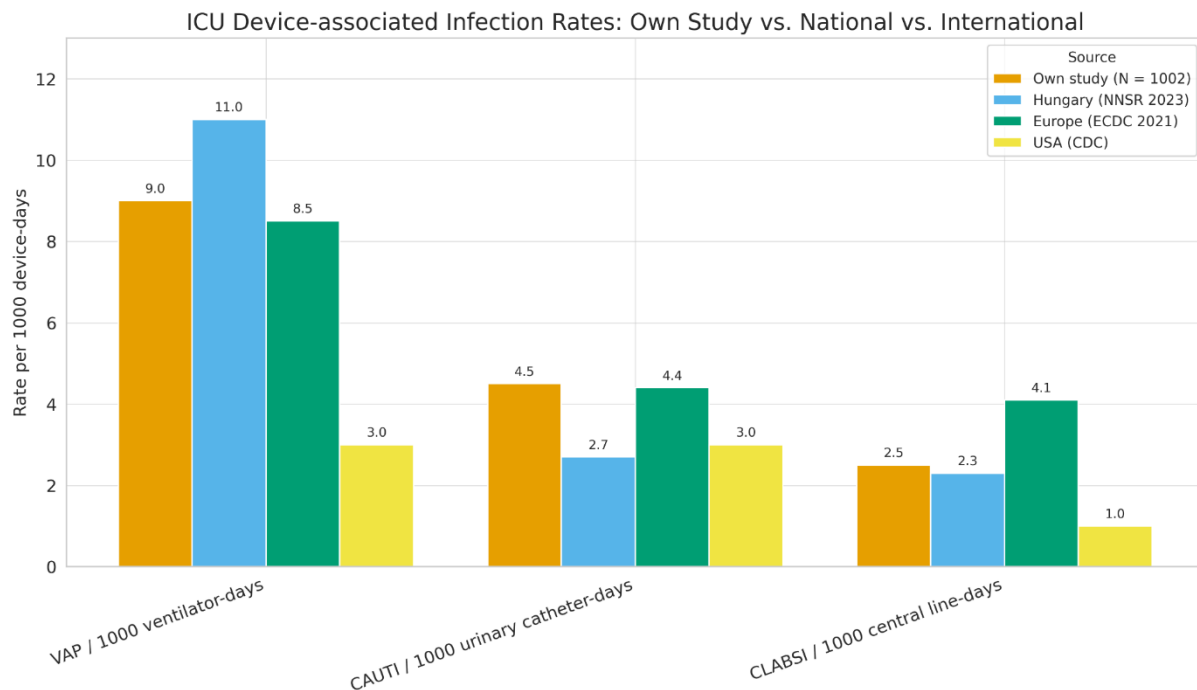
Forrás: saját adatgyűjtés alapján, saját szerkesztés; az eredmények megjelentek: Csörnyei-Kelemen et al. [59].



12.6 Melléklet 6. ábra

Eszközhasználattal összefüggő fertőzések (1000 eszközös napra vetítve) megoszlása a vizsgált intenzív osztály részlegein.

Forrás: saját adatgyűjtés alapján, saját szerkesztés; az eredmények megjelentek: Csörnyei-Kelemen et al. [59].

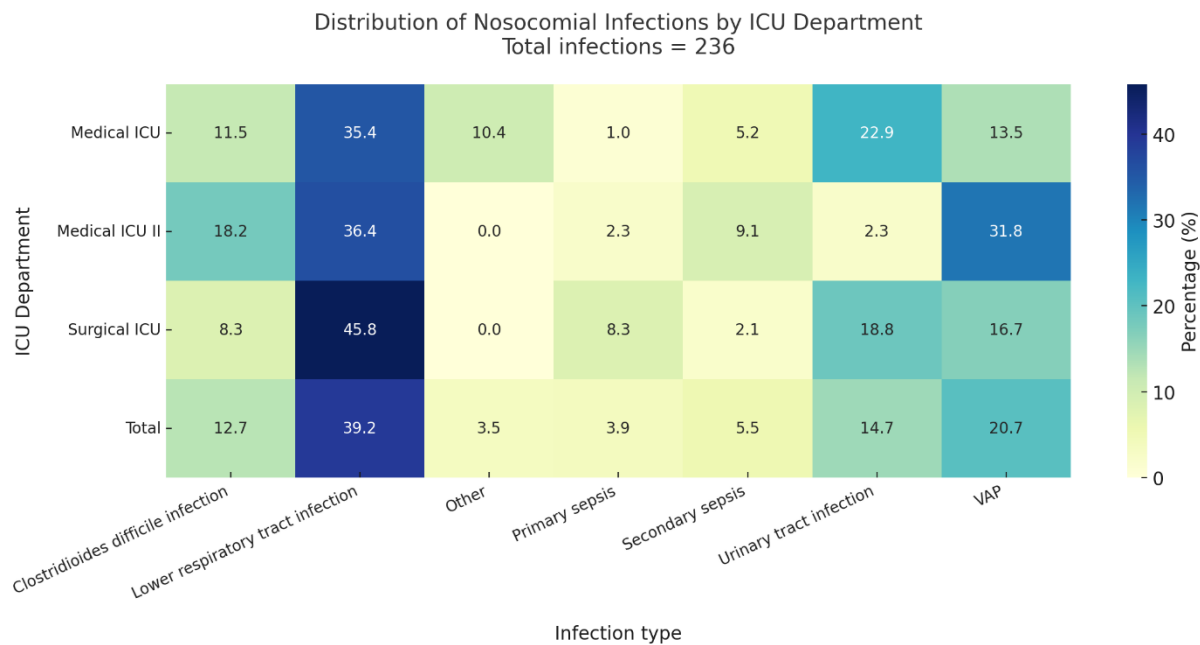


Sources: ECDC (2021) - <https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/healthcare-associated-infections-acquired-intensive-care-units-annual>
 CDC (2022) - <https://www.cdc.gov/hai/data/portal/progress-report.html>
 NNSR (Hungary, 2023) - <https://www.nnk.gov.hu/index.php/nnsr-jelentesek>

12.7 Melléklet 7. ábra

Eszközhasználattal összefüggő fertőzések összehasonlítása, magyar (NNSR), európai (ECDC) és a saját vizsgálat (Own study) eredményeivel (1000 eszközös napra vetítve).

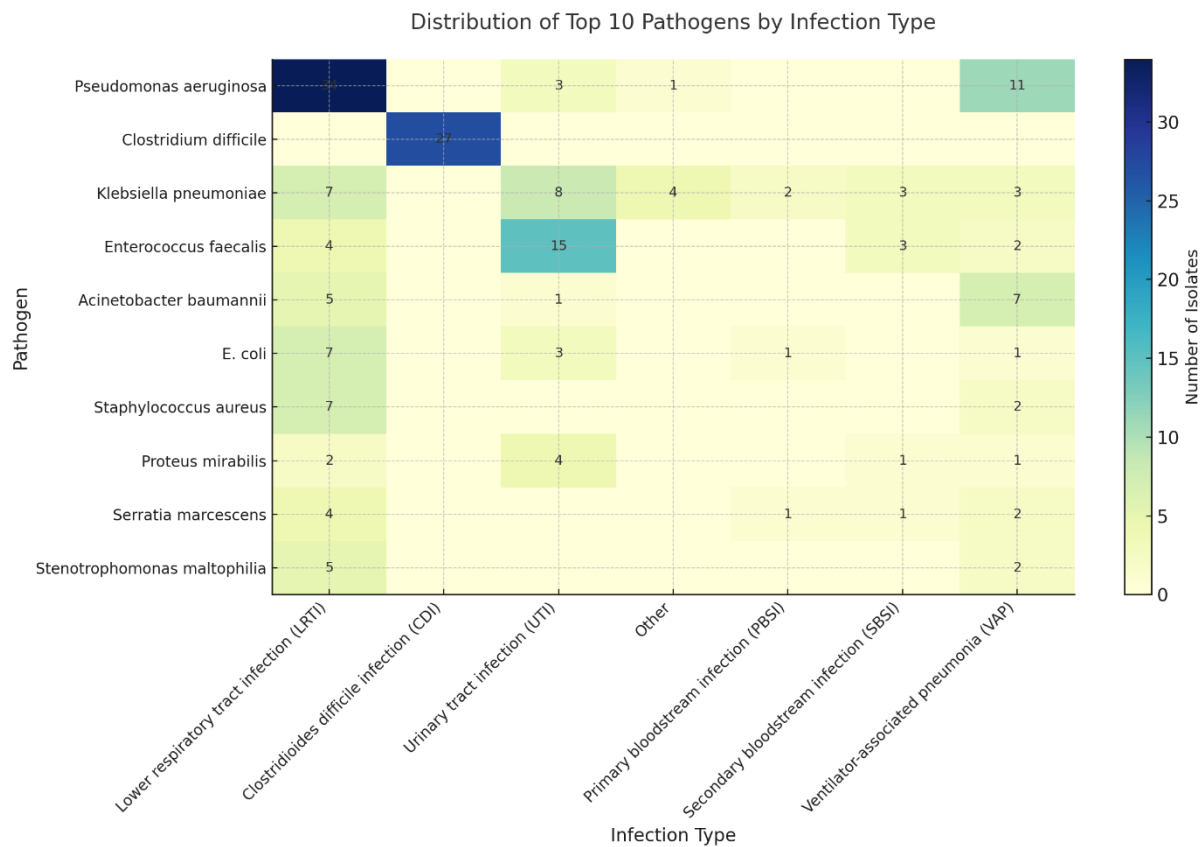
Forrás: saját adatgyűjtés alapján, saját szerkesztés; az eredmények megjelentek: Csörnyei-Kelemen et al. [59].



12.8 Melléklet 8. ábra

Infekciók megoszlása a vizsgált intenzív osztály részlegein (N=236 infekció).

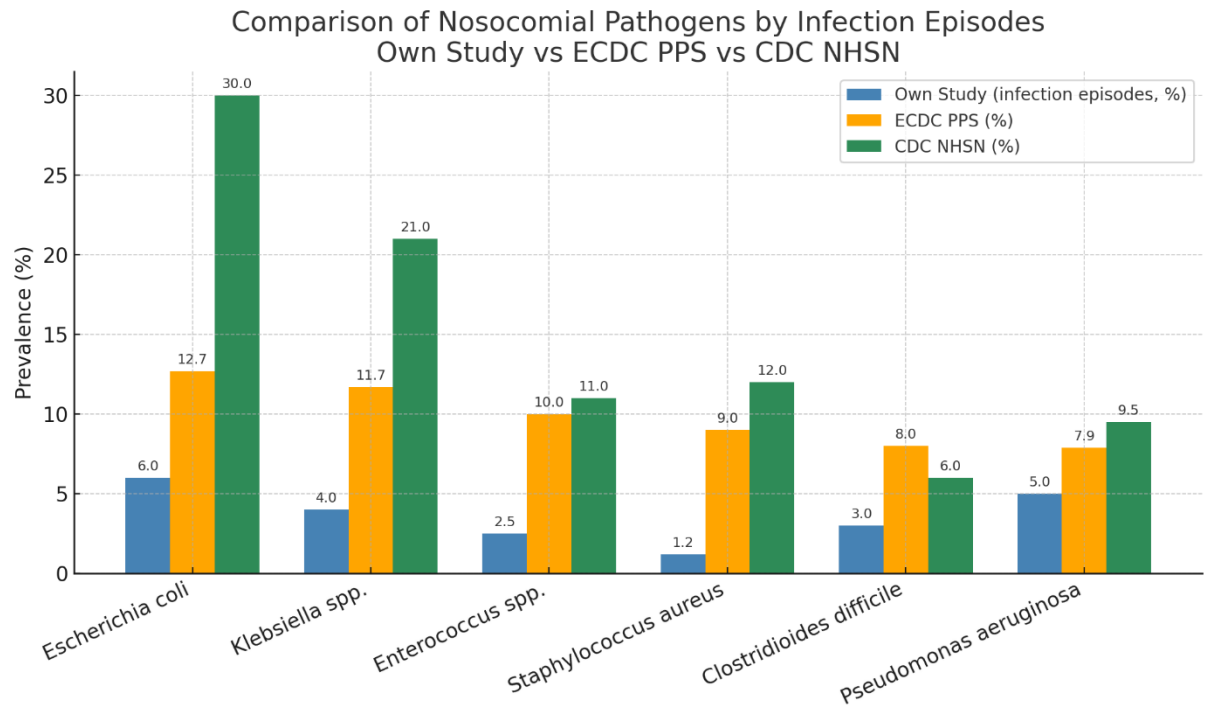
Forrás: saját adatgyűjtés alapján, saját szerkesztés; az eredmények megjelentek: Csörnyei-Kelemen et al. [59].



12.9 Melléklet 9. ábra

Infekciók megoszlása a vizsgált intenzív osztályon kórokozó típusonként (10 leggyakoribb kórokozó típus)

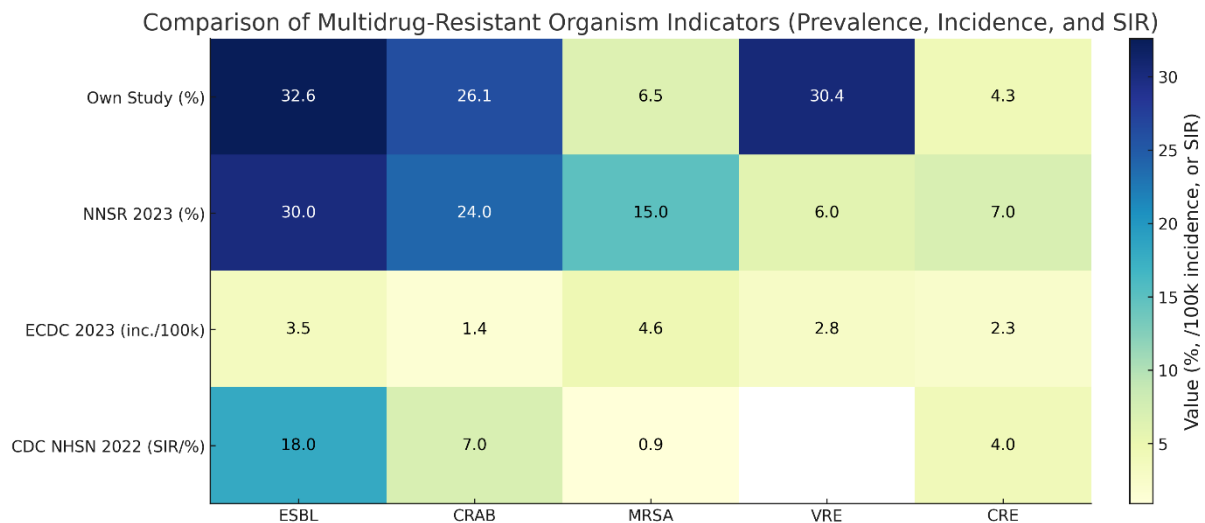
Forrás: saját adatgyűjtés alapján, saját szerkesztés; az eredmények megjelentek: Csörnyei-Kelemen et al. [59].



12.10 Melléklet 10. ábra

Infekciót okozó kórokozók összehasonlítása (CDC, ECDC PPS, Own Study)

*Forrás: saját adatgyűjtés alapján, saját szerkesztés; az eredmények megjelentek:
Csörnyei-Kelemen et al. [59].*



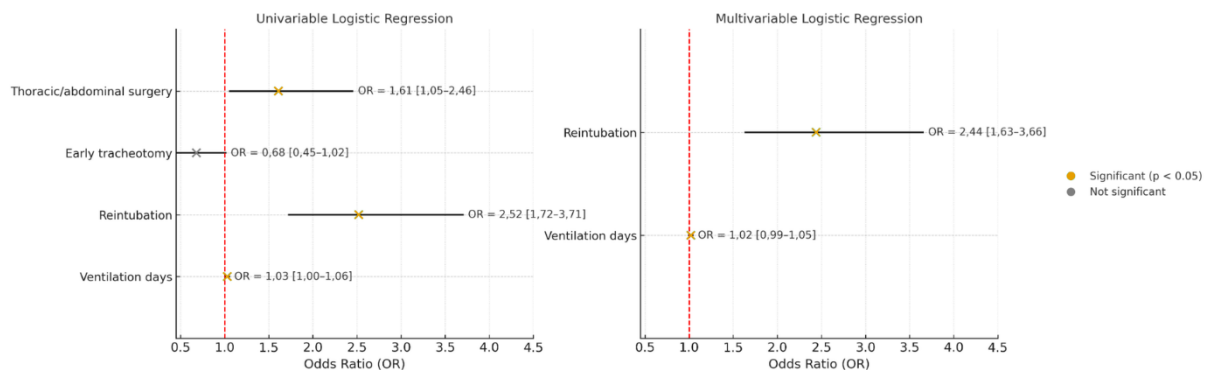
Sources:
 Own Study (N=46 isolates, internal data)
 NNSR 2023 – Hungarian National Nosocomial Surveillance System
 ECDC 2023 – Antimicrobial resistance surveillance in Europe 2023 (2021 data)
 CDC NHSN 2022 – National Healthcare Safety Network, U.S. Centers for Disease Control and Prevention

12.11 Melléklet 11. ábra

Multirezisztens kórokozók prevalenciájának összehasonítása.

Forrás: saját adatgyűjtés alapján, saját szerkesztés; az eredmények megjelentek: Csörnyei-Kelemen et al. [59].

Risk Factors for Respiratory Infections
129 Cases Among 1002 Patients – Univariable and Multivariable Logistic Regression

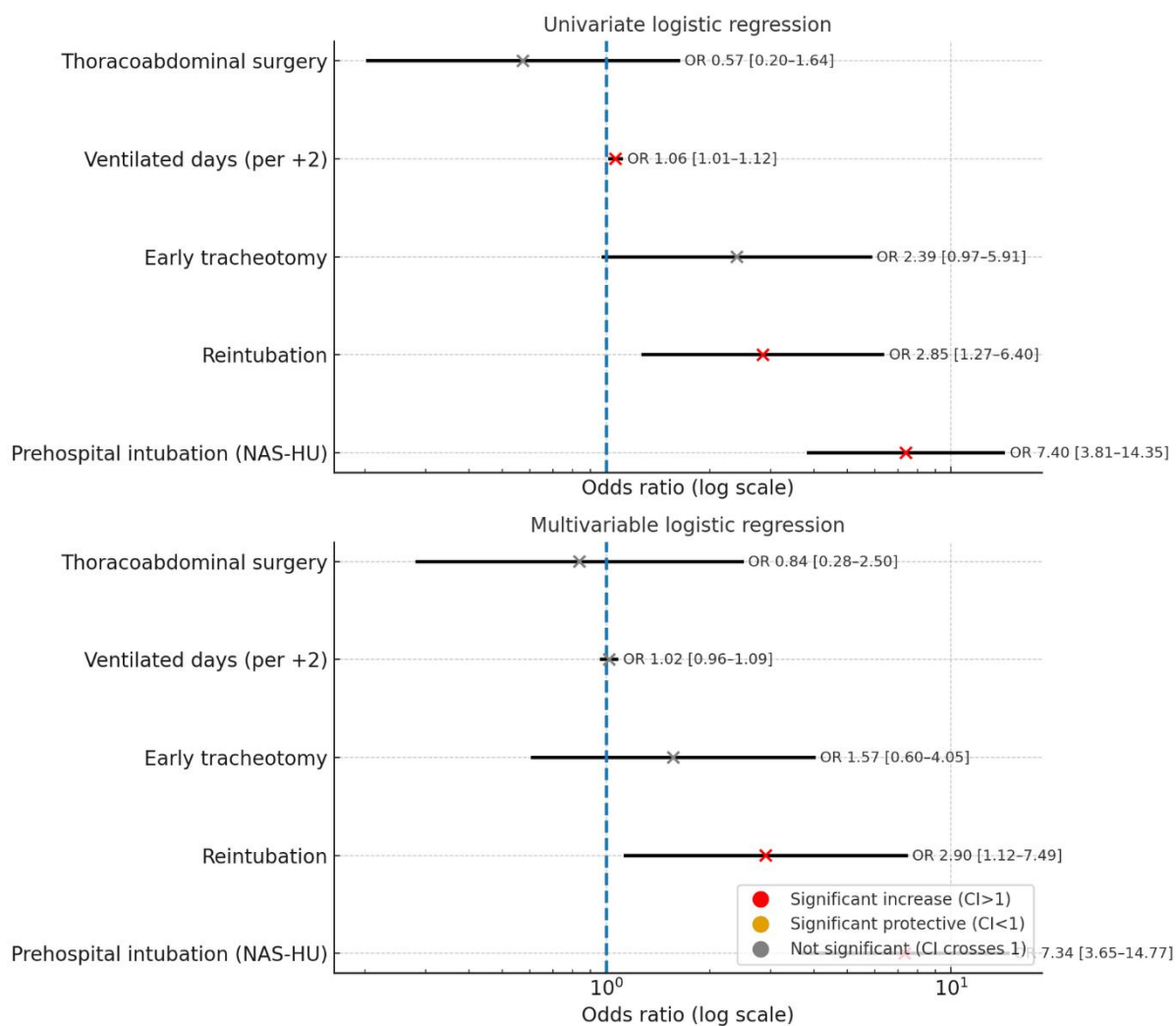


12.12 Melléklet 12. ábra

Az alsó légúti fertőzések (LRTI vagy VAP) kialakulásával összefüggő rizikótényezők egy és többváltozós logisztikus regressziós elemzés alapján.

Forrás: saját adatgyűjtés alapján, saját szerkesztés

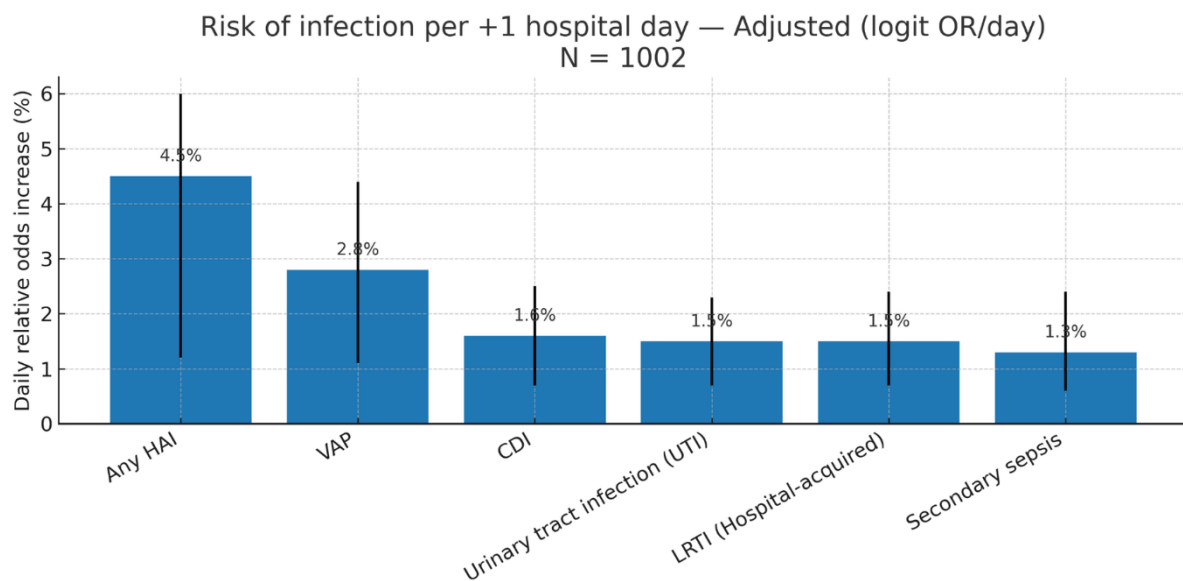
Early VAP + LRTI (≤ 7 days) — Logistic regression (color-coded)
N = 1002 (Cases = 39)



12.13 Melléklet 13. ábra

Korai légúti fertőzések (≤ 7 nap) kialakulásával összefüggő rizikótényezők egy és többváltozós logisztikus regressziós elemzés alapján.

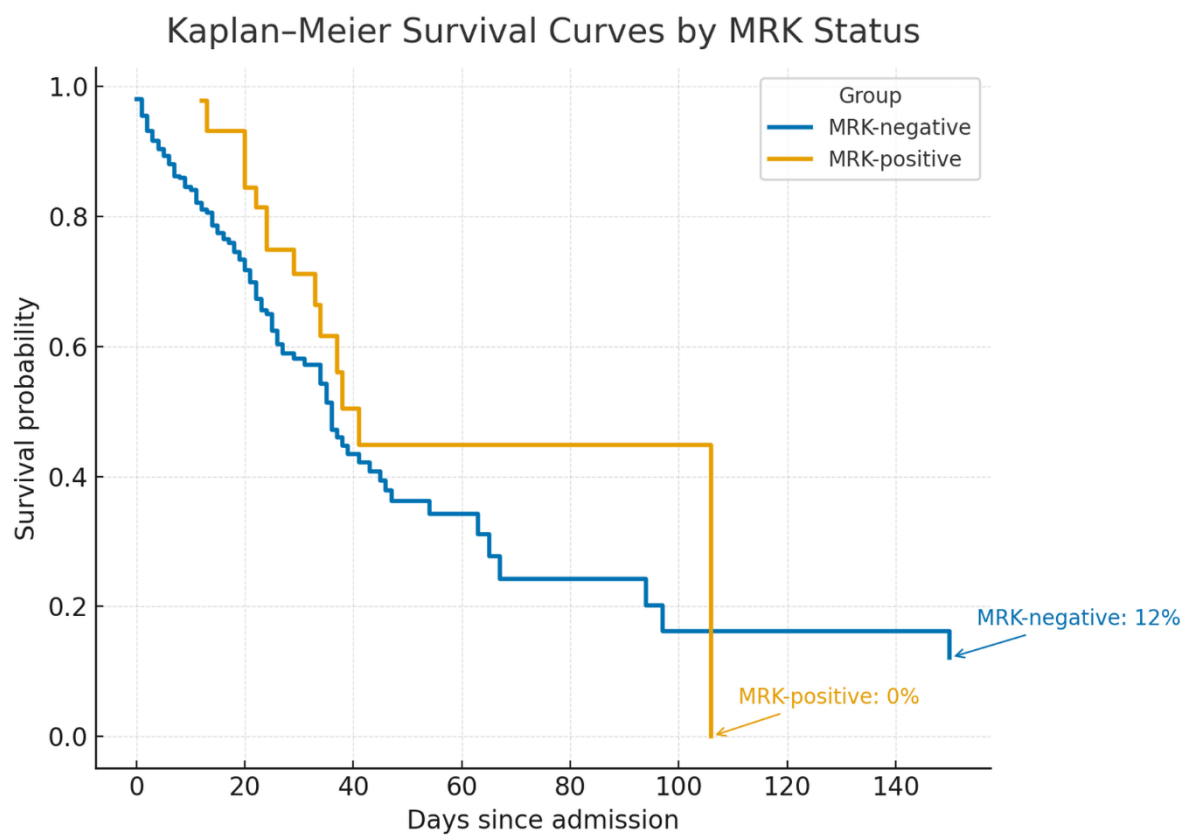
Forrás: saját adatgyűjtés alapján, saját szerkesztés



12.14 Melléklet 14. ábra

A kórházi tartózkodás hosszának hatása az EEÖF-ek kialakulásának kockázatára logisztikus regressziós elemzés alapján.

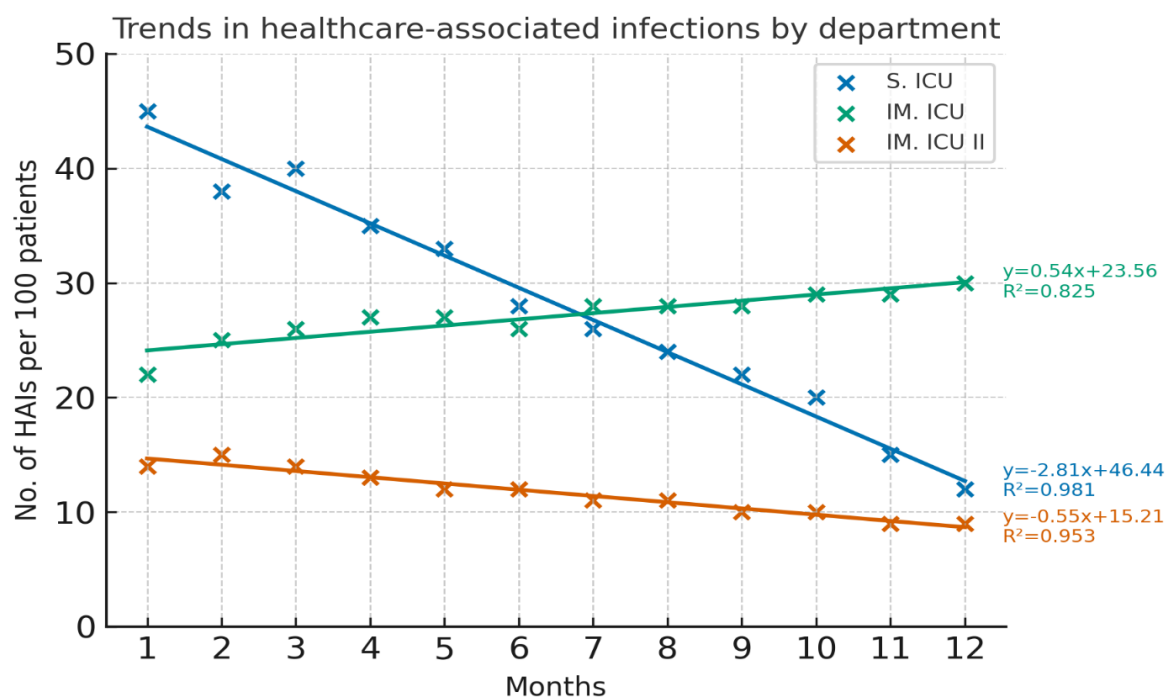
Forrás: saját adatgyűjtés alapján, saját szerkesztés



12.15 Melléklet 15. ábra

Az MDRO-fertőzött és nem fertőzött betegek túlélése Kaplan–Meier analízis alapján, valamint a túlélést befolyásoló tényezők Cox-regressziós modellje.

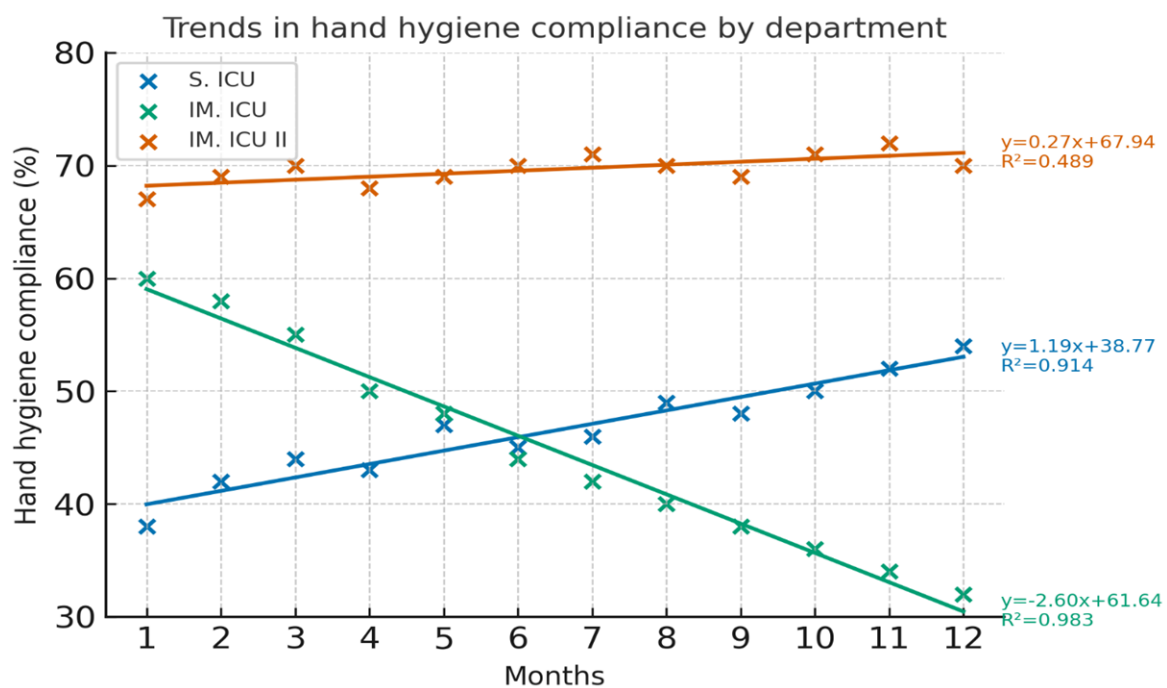
Forrás: saját adatgyűjtés alapján, saját szerkesztés



12.16 Melléklet 16. ábra

Egészségügyi ellátással összefüggő fertőzések incidenciája az idő függvényében, részlegenként, lineális regressziós modellel elemezve.

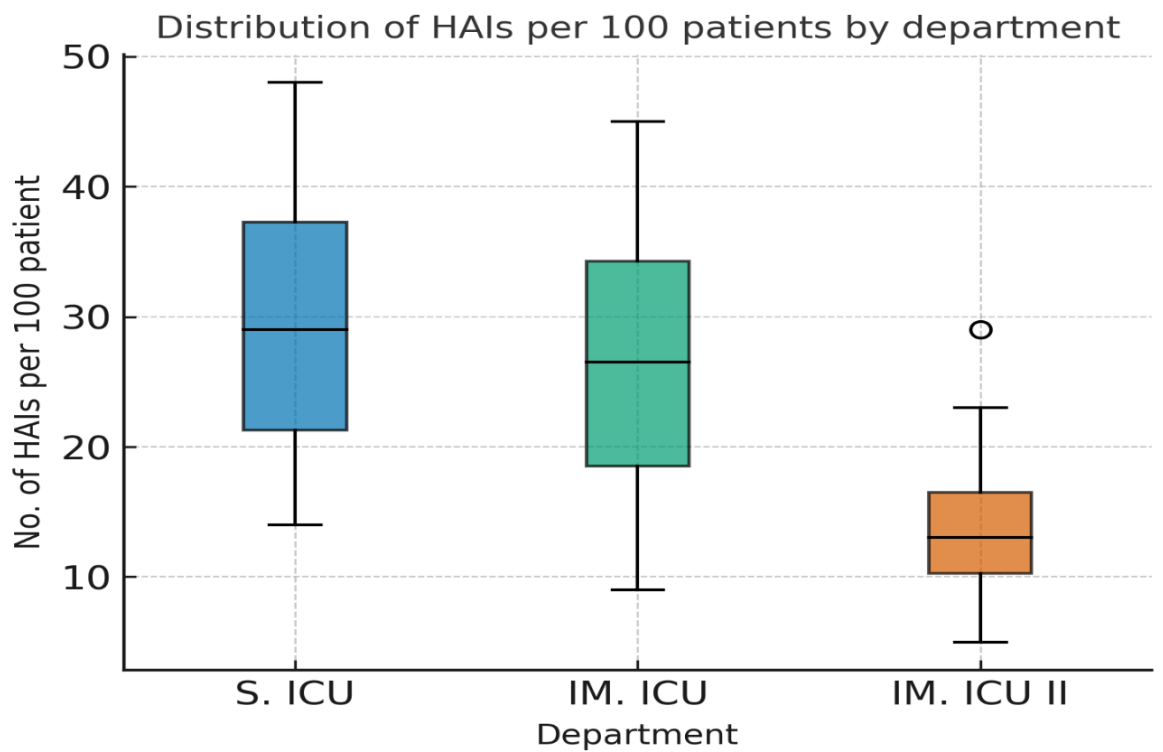
Forrás: saját adatgyűjtés alapján, saját szerkesztés; az eredmények megjelentek: Csörnyei-Kelemen et al. [44].



12.17 Melléklet 17. ábra

Kézhyigiénés megfeleléség változása az idő függvényében, részlegenként, lineális regressziós modellel elemezve.

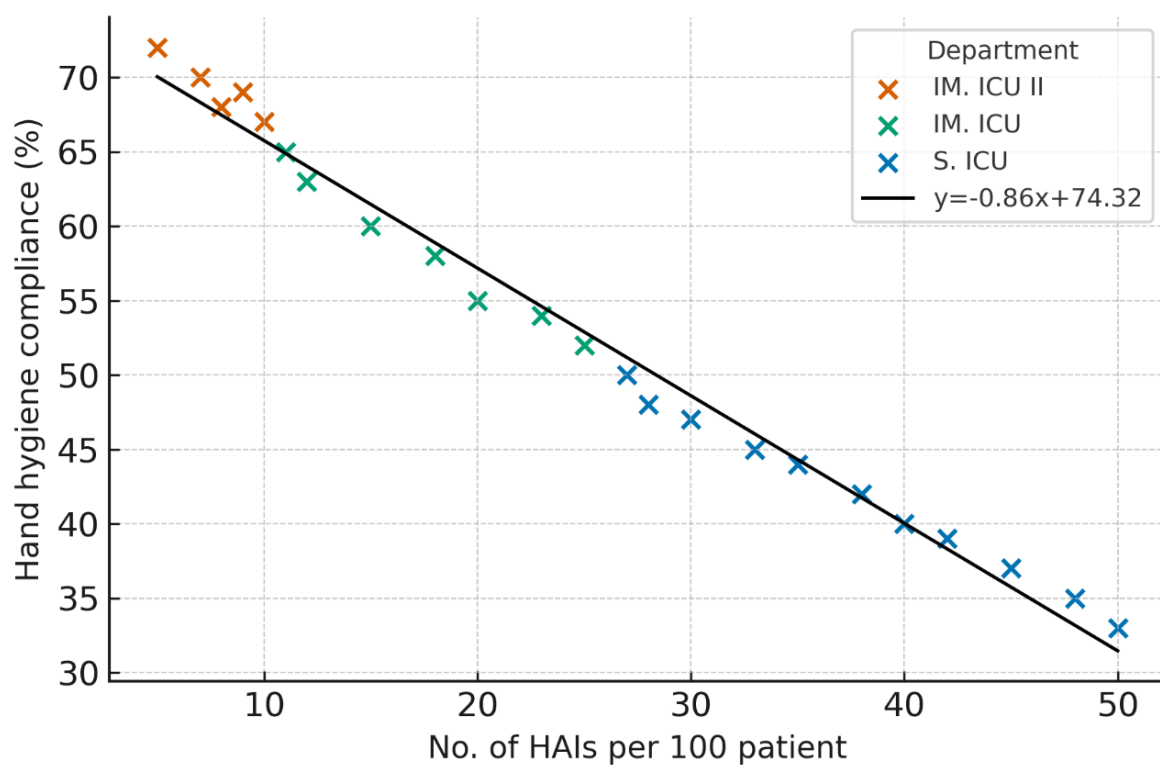
Forrás: saját adatgyűjtés alapján, saját szerkesztés; az eredmények megjelentek: Csörnyei-Kelemen et al. [44].



12.18 Melléklet 18. ábra

Az intenzív osztály egyes részlegei közötti fertőzési gyakoriság összehasonlítása ANOVA-elemzés alapján.

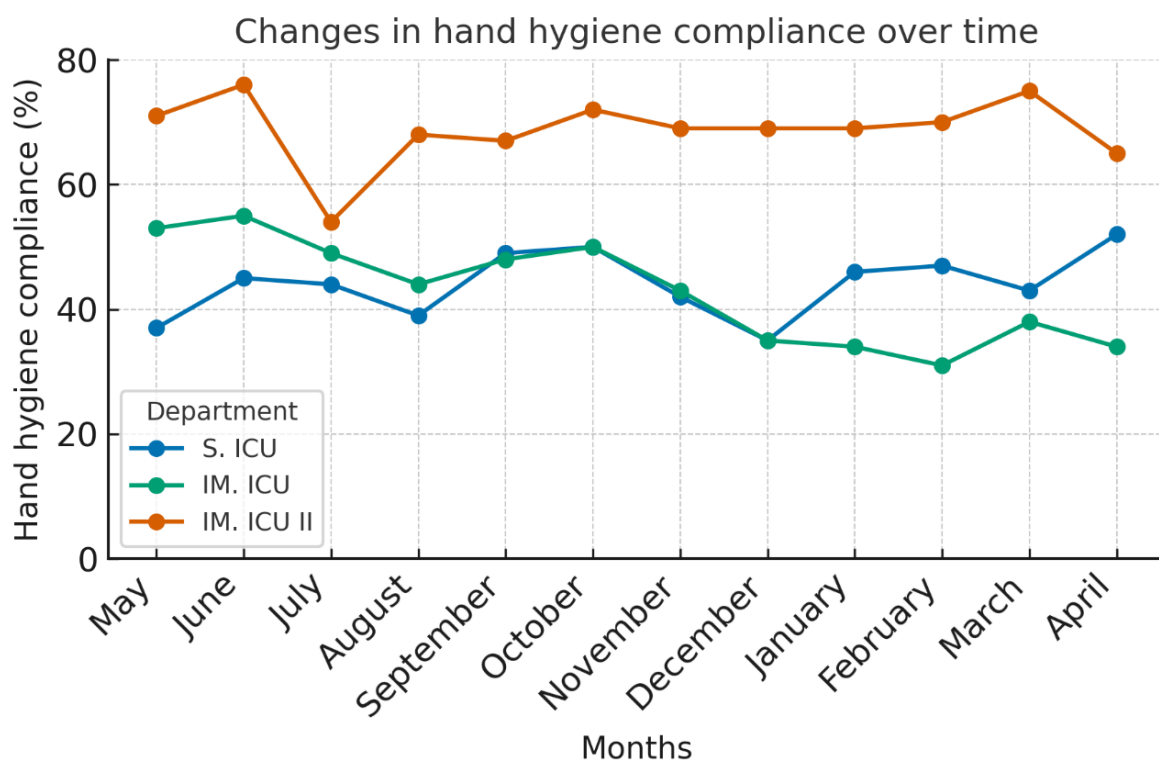
Forrás: saját adatgyűjtés alapján, saját szerkesztés; az eredmények megjelentek: Csörnyei-Kelemen et al. [44].



12.19 Melléklet 19. ábra

Kézhigiénés megfelelés és az ellátással összefüggő fertőzések kapcsolatának vizsgálata lineáris regressziós modellel.

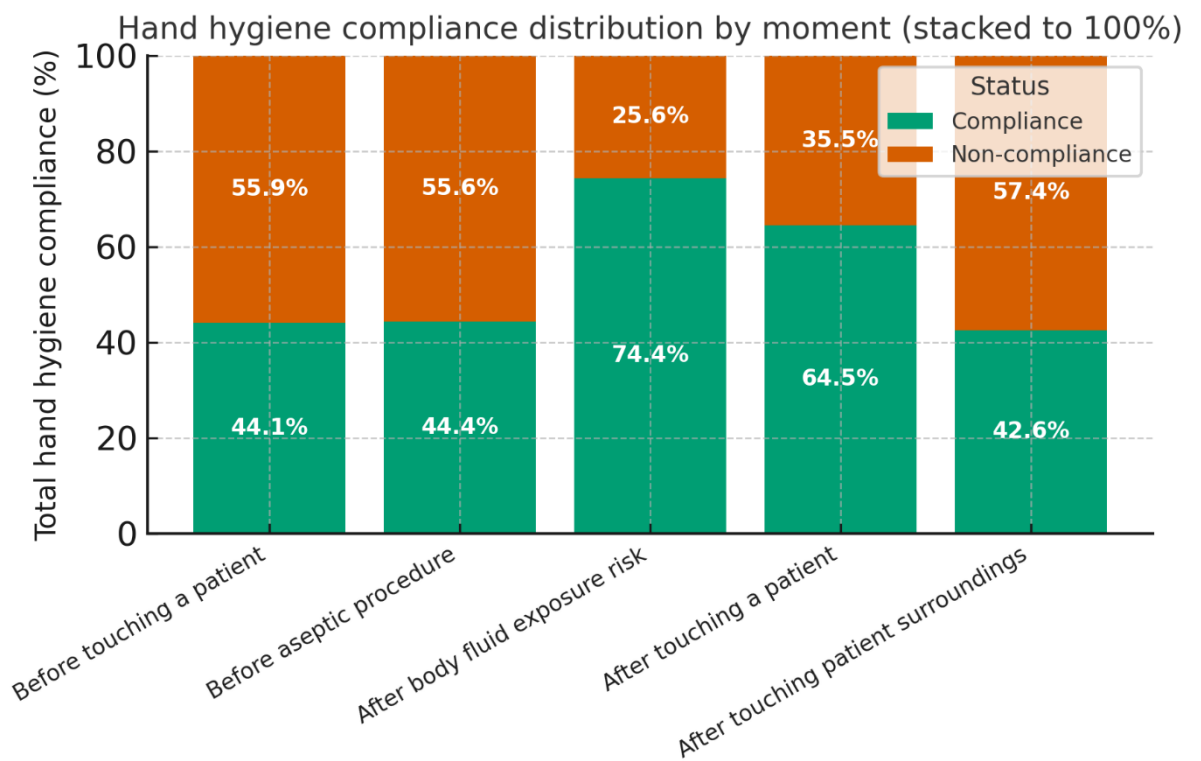
Forrás: saját adatgyűjtés alapján, saját szerkesztés; az eredmények megjelentek: Csörnyei-Kelemen et al. [44].



12.20 Melléklet 20. ábra

Kézhyigiénés megfeleléség változása az idő függvényében részlegenként elemezve.

Forrás: saját adatgyűjtés alapján, saját szerkesztés; az eredmények megjelentek: Csörnyei-Kelemen et al. [44].



N = 7473

12.21 Melléklet 21. ábra

Kézhigiénés megfeleléség százalékos eloszlása az egyes megfigyelt „pillanatokban”.

Forrás: saját adatgyűjtés alapján, saját szerkesztés; az eredmények megjelentek: Csörnyei-Kelemen et al. [44].