

# Kézfertőtlenítés minőségének vizsgálata elektronikus berendezés segítségével

Doktori tézisek

**Lehotsky Ákos**

Semmelweis Egyetem  
Elméleti Orvostudományok Doktori Iskola



**Konzulens: Dr. Wéber György PhD**, egyetemi tanár

**Bírálok: Dr. Barcs István, CSc.**  
**Dr. Telek Géza, PhD.**

**Szigorlati bizottság elnöke:**  
**Dr. Rozgonyi Ferenc DSc**, professor emeritus  
**Szigorlati bizottság tagjai:**  
**Dr. Kristóf Katalin, PhD.**  
**Dr. Ender Ferenc PhD.**

**Budapest**

**2016**



## **Bevezetés:**

Az egészségügyi dolgozók keze a betegellátás során mikrobákkal szennyeződik, megteremtve a nosocomiális fertőzések kialakulásának a veszélyét. Az alkoholos fertőtlenítőszerrel végzett kézfertőtlenítés a leghatékonyabb eszköze a nosocomiális fertőzések megelőzésének, a reziduális flóra számának radikális csökkentésével.

A kéz bedörzsölésére több módszer is elterjedt a nemzetközi irányelvekben. A legáltalánosabban elfogadott a „WHO 6-lépéses protokoll”, mely a tenyérbe juttatott fertőtlenítőszerrel a kéz felszínén 6 lépésben fedi le a teljes felszínt. Elterjedt még a „3-lépéses” technika, mely protokoll nem terjed ki a bedörzsölés pontos részleteire. Léteznek ettől eltérő protokollok is pl. „önmagától felelősen”, ahol a dolgozóra bízzák a lépéseket. A „WHO 6-lépéses protokoll” kiegészítéseként a csukló kezelése, mint 7. lépés is megjelenik a technikát leíró módszerek között.

A compliance (fertőtlenítési gyakoriság) növelése önmagában nem elég a fertőzések visszaszorítására, a kellő mennyiségben és hatással végrehajtott kézfertőtlenítés jelenti a betegek maximális védelmét, a kézfertőtlenítés hatékonyságában a bedörzsölés technikája jelenti a megoldást. A közelmúltban jelentek meg olyan elektronikus rendszerek, melyek alkalmasak mind a compliance, mind a technika monitorozására és visszajelzésére is.

## **Célkitűzés:**

1. A kézhigiénés technika vizsgálatára alkalmazott fluoreszcen próba validálása, mely szerint az UV sugárzásban látott eredménykép a fertőtlenített kézfelület területi eloszlását mutatja.
2. Az elektronikus berendezés hatásának a vizsgálata az oktatás során begyakorolt sebészi bemosakodás minőségének javításában.
3. A direkt vizuális visszajelzés hatásának vizsgálata, mely segít elsajátítani a megfelelő kézhigiénés technikát, a hibásan rögzült szokásokat, mozdulatokat megváltoztatni.

## **Módszerek**

### **Fluoreszcen próba**

Az UV-markert tartalmazó fertőtlenítőszerrel bedörzsölt területek világítanak az UV-A sugárzásban, még a kimaradó területek sötétek maradnak. Digitális felvétel segítségével adhatunk visszajelzést a kimaradó területekről.

### **Elektronikus kézhigiéné ellenőrzésre szolgáló készülék**

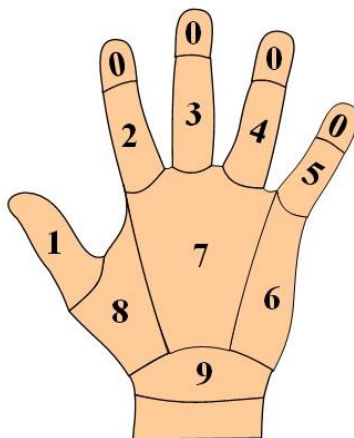
A Hand-in-Scan készülék azonnali kiértékelést ad a speciális UV adalékkal kevert fertőtlenítőszerrel végzett kézfertőtlenítés minőségéről (1. ábra). A kéz felszínét a fertőtlenítőszerrel való bedörzsölése után UV sugárzásban vizsgálja a berendezés. A készülék intelligens számítógépes képfeldolgozást végez, mely segítségével objektíven elkülöníti „fertőtlenített” és „nem fertőtlenített” területeket.



*1. ábra: A Hand-in-Scan készülék 2013-ban készíttette prototípusa.*

### **A bedörzsölés során kimaradó területek osztályozása**

A kutatás során az eredmények pontosabb visszajelzésére a kéz felszínét 20 régióra osztottuk (10 a tenyéren, 10 a kézháton) (2. ábra). A mérések során a kimaradó területeket a digitális felvételek alapján határoztuk meg, az eredményt excel táblában rögzítettük.



*2. ábra: A kéz felszínének „régiós” felosztása.*

## **Mikrobiológiai validálás**

Első lépésként a fertőtlenítőszer eloszlását hasonlítottuk össze a fluoreszcen próba eredményével. Az UV sugárzásban látott fertőtlenítőszer eloszlást mikrobiológiai tenyésztéssel teszteltük az eredményről készült digitális felvételeket hasonlítottuk egymáshoz. A vizsgálathoz Hand-in-Scan készüléket alkalmaztunk. A mikrobiológiai tenyésztés eredményét (telepek eloszlását) és a Hand-in-Scan szoftver-alapú kiértékelésének egyezését vizsgáltuk. A kísérletben plexi vázra ragasztott marhabőröből készített kézmodellt alkalmaztunk. Ezt a kézmodellt magas koncentrációjú (0.5 McF) *Staphylococcus epidermidis* szuszpenzióba mártottuk. Ezután a speciális fertőtlenítőszerrel a kézmodellre ábrákat, jeleket fertőtlenítettünk, mely eredményéről digitális felvételt készült, majd kézmodellről véres agar táptalajra lenyomatot vettünk. A táptalajt 37°C-on 48 óráig inkubáltuk. A két eredményképet ezután a számítógépes képfeldolgozás segítségével hasonlítottuk össze. A Hand-in-Scan berendezés által használt képfeldolgozó algoritmust alkalmaztuk. Mindkét felvétel ugyanazon kézmodellről készült, így a képen látható eredmény teljes területe megegyezik (24,2 cm<sup>2</sup>). A széleket egyeztetve az egyes képpontokat egyenként megfeleltettük egymásnak, így megkaptuk a valódi pozitív képpontok számát, a valódi negatívokat, illetve az álpozitív képpontokat. A teljes területen osztályozott képpontok alapján meghatároztuk a fluoreszcen próba specificitását és a szenzitivitását.

## **Sebészi bemosakodás oktatásának vizsgálata**

A Sebészeti műtéttan tárgy (Semmelweis Egyetem) keretén belül a harmadéves hallgatók egy féléves tárgyként, sajátítják el a sebészet alapjait, ahol az első gyakorlat része a műtői környezettel való megismerkedés, a műtőben elvárt viselkedés elsajátítása. A hallgatók begyakorolják a sebészi bemosakodás lépéseit. 2011-től az oktatás részét képezte a bemosakodás ellenőrzése UV reagenst tartalmazó kézfertőtlenítőszer segítségével. A szabályos bemosakodás lépéseit követve a szappanos kézmosás után az alkoholos bedörzsölést négyszer 1 percig végzik a hallgatók, majd ezt követi az utolsó fázisként az UV reagenst tartalmazó fertőtlenítőszerrel történő bedörzsölés. Az ellenőrzésre Hand-in-Scan készüléket rendszeresítettek, mely azonnali visszajelzést ad a hallgatónak, a képernyőn kirajzolva a kéz felszínén a fertőtlenített és nem fertőtlenített területeket. Az oktatás során elsajátított technikát ellenőrizik számítógépes módszer segítségével, mely során a leggyakrabban kimaradó területeket vizsgálják. Retrospektív kiértékelés során a készülék által mentett képeket értékeltük ki. A kimaradó területeket az elhelyezkedésük alapján csoportosítottuk. Csak az a diák felelt meg, aki a kezét hiba nélkül fertőtlenítette. Az adatok gyűjtése négy év alatt valósult meg, a Semmelweis Egyetem hallgatói mellett a Marosvásárhelyi Orvosi és Gyógyszerészeti Egyetem (MOGYE) orvostanhallgatói is részt vettek. Összesen 1344 diák, 518 férfi, 826 nő vett részt a kutatásban. A populáció elemzésénél az életkort nem vizsgáltuk, egységesnek tekintettük, és közös ismérvként

harmadéves orvostanhallgatóként jelöltük meg. Rögzítésre kerülő adat még a hallgató neme és a domináns kéz, a felmérés klinikai szakaszában rögzített egészségügyben eltöltött időt nem vizsgáltuk. A mérés során a Hand-in-Scan készülék által generált azonosítószámot rögzítettük a kérdőívben, így lehetett összerendelni a mérés eredményét a kérdőívben rögzített adatokkal. A hallgatók önkéntesen, anonim módon vettek részt a felmérésben.

### **Követéses vizsgálat**

A kézhigiénés technika vizsgálatához 3 kórház 9 osztálya csatlakozott. A felmérés 2013. októberétől 2014. augusztusáig végeztük. A résztvevők speciális fertőtlenítőszerrel (UV-markerrel kevert) kézfertőtlenítőt használtak. Az UV-A sugárzásban a kéz mindkét oldaláról digitális felvétel készült. A kórházak önkéntes alapon csatlakozhattak a felméréshez, egy-egy osztályon a Hand-in-Scan készülék 2–4 hét közötti ideig üzemelt. Az osztályokon a főnővér koordinálta a vizsgálatot, egy napos oktatás után telepítettük a rendszert az adott egységbe, az adatok begyűjtését 2 naponta végeztük. A felmérésben először a dolgozók adatait rögzítettük kérdőív segítségével, az azonosítást a kérdőív sorszámaival és az azonos sorszámú RFID kártya segítségével végeztük. A következő adatokat rögzítettük: nem, életkor (10 éves bontásban), beosztás, egészségügyben eltöltött idő, domináns kéz. A felmérés menete minden osztályon azonosan történt, a délelőtti műszak során a főnővér bekapcsolta a készüléket, majd a dolgozók a műszak során egyszer kézfertőtlenítést végeztek a speciális fertőtlenítőszerrel, és ennek minőségét ellenőrizték a Hand-in-Scan készülék segítségével. A kapott



RFID kártya segítségével indult a felmérés, mely során először mindkét tenyéréről, majd mindkét kéz hátról készült felvétel. Az eredményt a készülék azonnal megmutatta, piros színnel jelezve a monitoron megjelenő képen a kimaradó területeket. Az elmentett digitális felvételeket a dolgozónál lévő RFID kártya száma alapján azonosítható módon tároltuk. A felvételeket ezután egyesével kiértékelünk, és rögzítettük az eredményeket. A készüléket használó által látott képet, vagyis a számítógépes kiértékelés eredményét vetettük össze a készülék által rögzített UV sugárzásban készült felvételekkel, melyeket szintén egyenként kiértékelünk. A felmérés végén a dolgozók és a menedzsment is összefoglaló jelentést kapott az eredményekről.

A követéses vizsgálatban résztvevő 168 egészségügyi személyzet egységes populációként kezelve az ott dolgozó személyzetet, populációs adatait foglalja össze az 1. táblázat.

*1. táblázat: 2013.október–2014. szeptember időszakban 9 osztály bevonásával folytatott kézhigiénés felmérés résztvevői.*

Nem		Korosztály			Domináns kéz	
<i>F</i>	<i>N</i>	<25	26-45	46+	<i>Jobb</i>	<i>Bal</i>
11	157	12	107	49	158	10

### **A követéses vizsgálat eredményének statisztikai módszerrel történő kiértékelése**

Minden megfigyelés eredményére vonatkozóan (a kézhigiénés esemény során mért hibák száma) feltételeztük, hogy Poisson-eloszlást követ. A statisztikai modellezésnél GEE modellezést választottunk, mert korrelációs struktúrát robusztus módon becsli meg. A modellben az egyetlen kovariáns a mérések száma volt.

A teljes felmérésben 168 egészségügyi dolgozó vett részt, azonban csak 136 dolgozót találtunk, aki minimálisan 2 méréssel rendelkezett. Az összes mérésszám 631 volt. A mérések eredménye alapján 3 csoportot határoztunk meg: (a) hiba nélkül fertőtlenítők (b) 1–3 kimaradó területtel (c) több mint 3 hibával fertőtlenítők csoportja. A feladat megoldását R programcsomag (2.15.0 verzió, The R Foundation for Statistical Computing, Bécs, Ausztria, [www.r-project.org](http://www.r-project.org)) alatt végeztük el, geepack könyvtár használatával.

## Eredmények

### Mikrobiológiai validálás

Összesen 25 mérést végeztünk (2. táblázat).

*2. táblázat: 6. és a 7. oszlop a fluoreszcein próba szenzitivitására és specifikitására kapott eredményeket tartalmazza.*

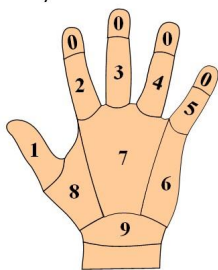
Alakzat	valódi pozitív	álnegatív	álpozitív	valódi negatív	Szenzitivitás (%)	Specifititás (%)
1	22197	2385	835	174582	90,3	99,5
2	34962	2361	990	161687	93,7	99,4
3	34823	3432	3863	157881	91,0	97,6
4	41433	2473	1905	154189	94,4	98,8
5	41179	1838	7026	149958	95,7	95,5
6	38793	1844	3941	155422	95,5	97,5
7	36456	1312	3925	158307	96,5	97,6
8	45490	2547	7071	144892	94,7	95,4
9	40680	2019	7613	149688	95,3	95,2
C	29584	1844	1898	166674	94,1	98,9
D	25799	555	1755	171890	97,9	99,0
H	44262	1404	11358	142976	96,9	92,6
L	37251	5693	379	156677	86,7	99,8
T	22105	441	4034	173419	98,0	97,7
V	31820	3205	510	164465	90,9	99,7
Y	46148	1377	4663	147813	97,1	96,9
Z	39893	3875	2524	153707	91,2	98,4
Plusz jel	43542	2085	4602	149771	95,4	97,0
Háromszög	37209	681	3748	158362	98,2	97,7
Kör	40867	1122	1615	156396	97,3	99,0
Trapéz	45556	714	1394	152337	98,5	99,1
Rombusz	40080	966	916	158038	97,7	99,4
Smiley	37646	1785	1111	159457	95,5	99,3
Szív	40012	1126	635	158227	97,3	99,6
Téglalap	33640	1185	633	164542	96,6	99,6
<b>Összesen</b>	<b>931429</b>	<b>48269</b>	<b>78945</b>	<b>3941357</b>	<b>95,1</b>	<b>98,0</b>
<b>Átlag ± Szórás</b>					<b>95,1±3,0</b>	<b>98,0±1,8</b>
<b>Medián</b>					<b>95,5</b>	<b>98,8</b>
<b>(CI 95%)</b>					<b>(94,4–96,6)</b>	<b>(97,9–99,6)</b>

Az eredmények alapján az átlag szenzitivitás 95,1% a specifititás 98% értéket kaptunk. Az eredmények alapján minimális szenzitivitás 86,7% a specifititás 92,6% értéket kaptunk. A maximális érték szenzitivitására, 98% a specifitításra. 99,8%.

### Sebészi bemosakodás oktatásának vizsgálata

A tenyér oldalon elhanyagolható számú kimaradó területet számoltunk meg, 9 résztvevő hibázott a teljes felszín bedörzsölésében és csak 4 hallgató mindkét tenyéren. A bedörzsölés első lépéseként alkalmazott tenyér-tenyér mozdulat során megfelelő mennyiségű fertőtlenítőszer került a felületre, melyet egyenletesen visznek fel. A kézháton összesen 2306 kimaradó területet azonosítottunk. A jobb kézen 1277, a bal kézen 1029 volt a kimaradó területek száma. A kézfertőtlenítés eredménye alapján két csoportot hoztunk létre, a felmérésben „megfeleltek” csoportját, és a „nem megfelelően” teljesítők csoportját.

*3.táblázat: Orvostanhallgatók 2011-2014 közötti felmérésének eredménye a fertőtlenítés során kihagyott területek alapján.*



Régió megnevezése:	Hibák száma:	
	bal kéz	jobb kéz
0	490 (47,6%)	537(42%)
1	244 (23,7%)	305 (23,8%)
2	36 (3,5%)	60 (4,7%)
3	34 (3,3%)	51 (3,9%)
4	31 (3%)	50 (3,9%)
5	29 (2,8%)	37 (2,8%)
6	50 (4,8%)	62 (4,8%)
7	21 (2%)	31 (2,4%)
8	70 (6,8%)	112 (8,7%)
9	24 (2,3%)	32 (2,5%)
<b>összesen:</b>	<b>1029</b>	<b>1277</b>

Az 1344 hallgató közül 513 (38,2%, Confidencia Index 95%: 36–41%) fertőtlenítette a kezét kimaradó területtel, így nem felelt meg a feltételnek. A kapott eredmények alapján kimondható, hogy a nőknél 35,47% (CI 95%: 32–38%), a férfiak esetében 43,4% (CI 95%: 39–48%),  $p = 0,002$ . a nem megfelelően teljesítők aránya. A felmérésben résztvevő hallgatók 90%-a jobbkezes volt, ez az arány megfelel a populációban várható aránynak. Az oldalak szerint vizsgálva a diákok 29,5%-a (CI 95%: 27–32%,  $p < 0,004$ ) hibázott a bal kezén, míg a másik kézen ez az arány 34,8% (CI 95%: 32–37%,  $p < 0,004$ ). A kezek dominanciája alapján ez 35,3% (CI 95%: 33–38%) a domináns kézen hibázók aránya, a nem domináns kézen 29% (CI 95%: 27–31%,  $p < 0,001$ ). Az eredmény azzal magyarázható, hogy a domináns kezünkkel precízebben tudjuk végrehajtani a feladatokat, így a bedörzsölést is.

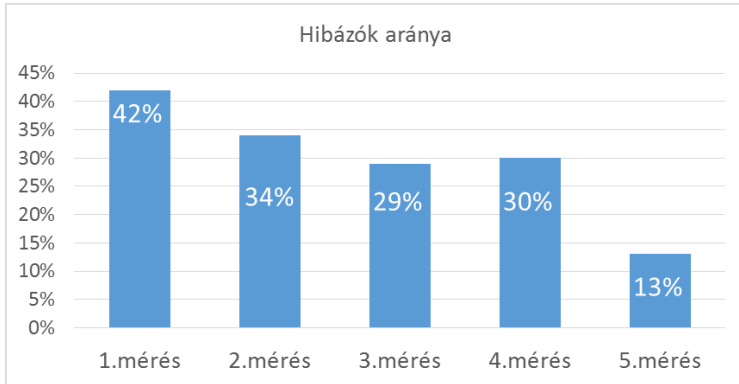
### **Követéses vizsgálat**

Minden kézhigiénés eseménynél a kéz felszínén kimaradó területeket azonosítottuk. A résztvevőnél a kimaradó területek számát rögzítettük minden egyes mérésnél. A tenyér oldalon elhanyagolható számú kimaradó területet számoltunk meg, összesen 19 fertőtlenítetlen területet azonosítottunk. A kézháton összesen 680 kimaradó területet számoltunk meg (4. táblázat). A jobb kézen 369, a bal kézen 321 a fertőtlenítésből kimaradt területek száma.

**4. táblázat: 2013.október-2014. szeptember időszakban 9 osztály bevonásával folytatott kézhigiénés felmérésben résztvevő 168 egészségügyi dolgozó 730 méréséből kapott eredmények alapján a fertőtlenítésből kimaradó területek.**

	<b>Bal kézhát</b>	<b>Jobb kézhát</b>	<b>Bal tenyér</b>	<b>Jobb tenyér</b>
Régió	kimaradó területek száma (az összhiba %-a)	kimaradó területek száma (az összhiba %-a)	kimaradó területek száma	kimaradó területek száma
<b>0</b>	119 (37%)	122 (34%)	0	0
<b>1</b>	79 (25%)	86 (24%)	8	10
<b>2</b>	14 (4%)	18 (5%)	0	0
<b>3</b>	15 (5%)	14 (4%)	0	0
<b>4</b>	14 (4%)	12 (3%)	0	0
<b>5</b>	11 (3%)	11 (3%)	0	0
<b>6</b>	23 (7%)	36 (10%)	0	0
<b>7</b>	13 (4%)	18 (5%)	0	0
<b>8</b>	22 (7%)	32 (9%)	0	0
<b>9</b>	11 (3%)	10 (3%)	1	0
<b>összesen (kezenként)</b>	<b>321</b>	<b>369</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
<b>összes kimaradó terület</b>	<b>680</b>		<b>19</b>	

Az önkénteseket megkértük, hogy rutinszerűen ellenőrizzék a kézhigiénés technikájukat, amíg meg nem tanulják a teljes kézfelszín bedörzsölését. A 730 megfigyelés retrospektív elemzése során megfigyelhető volt a hibával fertőtlenítő dolgozók csoportjának csökkenése, mely 42%-ról 13%-ra csökkent (3.ábra).



**3. ábra:** 2013.október-2014. szeptember időszakban 9 osztály bevonásával folytatott kézhigiénés felmérésben résztvevő 168 egészségügyi dolgozó 730 méréséből kapott kézhigiénés technika jellemzése a hibázó dolgozók arányának változásával.

### A követéses vizsgálat eredményének statisztikai módszerrel történő kiértékelése

**5.táblázat:** 2013 .október– 2014. szeptember időszakban 9 osztály bevonásával folytatott kézhigiénés felmérésben résztvevő 136 egészségügyi dolgozó 631 mérését összefoglaló táblázat.

Mérés sorszama	Mérésben résztvevők száma	Hibázók száma	Kimaradó területek száma	Hibázók aránya (CI 95%)
1.	136	67	245	49,3% (41,0–57,6)
2.	136	46	150	33,8% (26,4–42,1)
3.	100	29	122	29,0% (21,0–38,5)
4.	81	24	54	29,6% (20,8–40,3)
5.	60	8	28	13,3% (6,9–24,2)
6-től 10-ig	118	21	54	17,8% (11,9–25,7)
1.	136	67	245	49,3% (41,0–57,6)
2-től 4-ig	317	99	326	31,2% (26,4–36,5)
5-től 10-ig	178	29	82	16,3% (11,6–22,4)

Az 5. táblázat mutatja a kimaradó területtel fertőtlenítők csoportjának és a kimaradó területek számának a változását. Az elégtelen kézfertőtlenítést végzők csoportjának szűkülését két lépésben tapasztaltuk, az első mérésnél kapott közel 50%-ról átlagosan 16%-ra csökkent a hibázók aránya. Az első releváns lépés már a második mérés során megmutatkozott, ahol az első mérésnél kapott 49,3%-ról a hibázók aránya 31,2%-ra csökkent, ( $p < 0.001$ ), a második lépés a hibázók arányának csökkenésében a negyedik mérés után tapasztaltuk, ahol a 2. mérésnél kapott 31,2% csökkent 16,3%-ra ( $P < 0,001$ ).

**6.táblázat: 2013. október– 2014. szeptember időszakban 9 osztály bevonásával folytatott kézhigiénés felmérésben résztvevő 136 egészségügyi dolgozó 631 mérését felhasználó GEE modell alapján kapott szignifikáns eredmény a dolgozó következő kézfertőtlenítésének minőségére**

Hipotézis:	p érték
2–4 mérés során (99/317) jobb eredményt ért el, mint az 1. mérésben résztvevő (67/136)	<b>&lt;0,001</b>
5–10 mérés során (29/178) jobb eredményt ért el, mint az 2–4 mérés során (99/317)	<b>&lt;0,001</b>
Átkerülés valószínűsége a „B” csoportból az „A” csoportba (77/115) nagyobb valószínűségű, mint az „A”-ból a „B” csoportba (51/325)	<b>&lt;10<sup>-15</sup></b>
Átkerülés valószínűsége „C” csoportból az „A”-ba (29/55) nagyobb valószínűségű, mint „A” csoportból a „C”-be (13/325)	<b>&lt;10<sup>-15</sup></b>
Átkerülés valószínűsége „C” csoportból a „B”-be (13/55) nagyobb valószínűségű, mint „B”-ből a „C” csoportba (11/115)	<b>0,025</b>
Átkerülés valószínűsége (B+C) az „A”-ba (106/170) nagyobb valószínűségű, mint „A” csoportból a (B+C)-be (51/325)	<b>&lt;10<sup>-15</sup></b>



Az egyes csoportokból átkerülés valószínűségét vizsgáltuk a 6. táblázatban. A statisztikai számítás alapján kimondható, hogy bármely két csoportot között a kétirányú átmenetet figyelembe véve, szignifikánsan gyakoribb a jobb teljesítmény valószínűsége a következő kézfertőtlenítés során, mint a gyengébb eredmény valószínűsége. Más szóval, a kézhigiénés technika az időben a mérések számának növekedésével fejlődik, javul.

## **Megbeszélés**

1. *A fluoreszcein próba eredménye megegyezik a kéz felszínén a fertőtlenítőszer eloszlásával.*

A fluoreszcein próba eredményét mikrobiológiai mintavétel segítségével vizsgálva 98%-os specificitást kaptunk, amely a teszt nagyfokú pontosságát jelenti.

2. *A bedörzsölés során kimaradó területek megjelenítése az elektronikus berendezéssel segít begyakorolni a kézhigiénés mozdulatokat.*

Az kézbedörzsölés minőségének megjelenítése az oktatás során a hallgatók 38%-nál mutatott elégtelen eredményt, így szembesítve a hallgatókat a helytelenül elsajátított kézhigiénés mozdulatokkal.

3. *Az azonnali, és objektív visszajelzés segítségével javítható a kézhigiénés technika minősége.*

Önellenőrzéssel, szakember segítsége nélkül gyakorolhatják be a helyes kézhigiénés mozdulatok az elektronikus berendezés használói. Az első használatkor 49%-a a dolgozóknak még kimaradó területtel fertőtlenítette a kezét, az 5. használatkor 13%-nál tapasztalhattunk elégtelen kézfertőtlenítést.

## **A disszertáció témájához kapcsolódó saját publikációk:**

1. L. Szilágyi, T. Haidegger, **Á. Lehotsky**, M. Nagy, E. A. Csonka, X. Sun, K. L. Ooi , D. Fisher,: A large-scale assessment of hand hygiene quality and the effectiveness of the WHO 6-steps, BMC Infectious Diseases vol. 13, art. 249, 2013. doi: 10.1186/1471-2334-13-249.
2. **Á. Lehotsky**, L. Szilágyi, A. Demeter, Gy. Wéber, T. Haidegger, Education of hand rubbing technique to prospective medical staff employing UV-based digital imaging technology.” Acta Microbiologica et Immunologica Hungarica, 63 (2), pp. 1–12 (2016), doi: 10.1556/030.63.2016.2.7
3. **Á. Lehotsky**, L. Szilágyi, T. Ferenci, L. Kovács, R. Pethes, Gy. Wéber, T. Haidegger, The quantitative impact of direct, personal feedback on hand hygiene technique. Journal of Hospital Infection.vol. 91. issue 1, pp. 81-84, 2015. doi: 10.1016/j.jhin.2015.05.010.