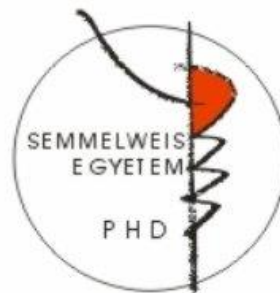


Kézfertőtlenítés minőségének vizsgálata elektronikus berendezés segítségével

Doktori értekezés

Lehotsky Ákos

Semmelweis Egyetem
Elméleti Orvostudományok Doktori Iskola



Konzulens: Dr. Wéber György PhD, egyetemi tanár

**Bírálok: Dr. Barcs István CSc, SE– ETK tanszékvezető
Dr. Telek Géza PhD, főorvos**

Szigorlati bizottság elnöke: Dr. Rozgonyi Ferenc DSc, professor emeritus

**Szigorlati bizottság tagjai: Dr. Kristóf Katalin PhD, SE–Laboratóriumi Medicina Intézet
Dr. Ender Ferenc PhD, osztályvezető főorvos**

Budapest

2016

Tartalomjegyzék

1 Rövidítések jegyzéke	5
2 Bevezetés	6
2.1 Kézhygiéné jellemzésére használt módszerek	8
2.1.1 Compliance fogalma és vizsgálata	8
2.1.1.1 Compliance monitorozó rendszerek	10
2.1.2 Kézhygiénés technika minőségének jellemzése	15
2.1.2.1 Kézhygiénés technikát oktató és ellenőrző elektronikus rendszerek .	18
3 Célkitűzések.....	21
4 Módszerek.....	23
4.1 A Hand-in-Scan technológia ismertetése	23
4.1.1 A Hand-in-Scan elemző, képfeldolgozó szoftver	23
4.1.2 Az RFID technológia	24
4.2 Speciális fertőtlenítőszer	25
4.2.1 Schülke Optics oktatási célra forgalmazott fertőtlenítőszer	26
4.2.2 Visirub oktatási célra szánt UV adalék koncentrátum.....	27
4.3 A bedörzsölés során kimaradó területek osztályozása.....	29
4.4 Mikrobiológiai vizsgálat a fluoreszcein próba validálására	32
4.4.1 A baktériumtörzs és a táptalaj kiválasztása	33
4.4.2 A kézmodell elkészítése	34
4.4.3 Teljes tenyér lenyomat vételére alkalmas táptalaj készítése	35
4.4.4 Mikrobiológia mérés menete	37
4.4.5 Az eredmények kiértékelése	38
4.5 Orvostanhallgatók kézhygiénés technikájának felmérése	40
4.6 Egészségügyi dolgozók kézhygiénés technikájának felmérése	41
4.6.1.1 A követéses vizsgálat statisztikai módszerrel történő kiértékelése ...	42
5 Eredmények.....	44
5.1 Mikrobiológiai vizsgálat	44
5.1.1 Kézmodell segítségével végzett mérések	44
5.1.2 Teljes tenyér lenyomat segítségével végzett mérések	47

5.2	Orvostanhallgatók kézhigiénés technikájának felmérése	49
5.2.1	Populáció jellemzése	49
5.2.2	A kimaradó területek elhelyezkedés szerinti jellemzése	50
5.2.3	A kimaradó területek nemek szerinti osztályozása.....	51
5.2.4	Kimaradó területek domináns kéz szerinti vizsgálata	53
5.2.5	A sebészi bemosakodás vizsgálata a Semmelweis Egyetemen.....	55
5.3	Egészségügyi dolgozók kézhigiénés technikájának felmérése	56
5.3.1	MRE Bethesda Kórház Budapest	56
5.3.1.1	A felmérésben résztvevő dolgozók jellemzése	56
5.3.1.2	A mérésszám és a mérésgyakoriság vizsgálata	57
5.3.1.3	A kimaradó területek elhelyezkedés szerinti jellemzése.....	58
5.3.1.4	A hibaarány vizsgálata	60
5.3.2	A Miskolci Semmelweis Kórház (MISEK).....	62
5.3.2.1	A felmérésben résztvevő dolgozók jellemzése	62
5.3.2.2	A mérésszám és a mérésgyakoriság vizsgálata	63
5.3.2.3	A kimaradó területek elhelyezkedés szerinti jellemzése.....	64
5.3.2.4	A hibaarány vizsgálata	66
5.3.3	Szegedi Tudományegyetem – Gyermekklinika PIC részleg.....	67
5.3.3.1	A felmérésben résztvevő dolgozók jellemzése	67
5.3.3.2	A mérésszám és a mérésgyakoriság vizsgálata	68
5.3.3.3	A kimaradó területek elhelyezkedés szerinti jellemzése.....	69
5.3.3.4	A hibaarány és a hibázók arányának a vizsgálata	70
5.3.3.5	A látogatók kézhigiénés felmérése.....	71
5.3.4	A követéses vizsgálat eredményeinek összesítése	73
5.3.4.1	A kimaradó területek elhelyezkedés szerinti jellemzése.....	73
5.3.4.2	A hibaarány és a hibázók arányának a vizsgálata	75
5.3.5	Az önellenőrzés hatásának vizsgálata statisztikai módszerrel.....	76
6	Megbeszélés.....	82
7	Következtetések.....	86
7.1	Tervezett, jövőbeli feladatok	87
8	Összefoglalás.....	89
9	Irodalomjegyzék.....	91

10 Saját publikációk	101
11 Köszönetnyilvánítás	102
12 Függelék	103

1 Rövidítések jegyzéke

WHO	World Health Organization (Egészségügyi Világszervezet)
ACMIT	Austrian Center for Medical Innovation and Technology
UV	ultraibolya sugárzás
RF	rádió frekvencia
RFID	Radio Frequency Identification (rádiófrekvenciás azonosítás)
GEE	generalized estimating equations – általánosított becslő egyenletek
PIC	Perinatális Intenzív Centrum
ITO	Intenzív Terápiás Osztály

2 Bevezetés

Semmelweis megfigyelése alapozta meg a kézhigiéné fejlődését, munkássága nyomán nyilvánvalóvá vált, hogy a kézhigiéné a legfontosabb eleme a nosocomiális fertőzések megelőzésének. A kórházi fertőzések megelőzése az egészségügyi minőségbiztosítás és a betegbiztonság egyik legfontosabb eleme [2], melynek nemcsak hatékony de költséghatékony eszköze is a kézhigiéné [3]. A kórházi fertőzésekben 20–40%-ban az egészségügyi személyzet keze játszik szerepet [4], amely a betegápolás során szennyeződik [5]. Szennyezőforrásként a betegágy mellett dolgozó egészségügyi személyzetnél nagyobb valószínűséggel fordul elő multirezisztens kórokozó, mint az egészségügy más területén dolgozó személyzet esetében [6]. A kézfertőtlenítés és a szennyeződés között eltelt idő is csökkent az elmúlt évtizedek alatt átlagosan 24 másodpercről 5 másodpercre [7]. Az alkoholos kézbedörzsölés hatékony ellenszere a kórokozók kézen való átvitelének [8,9], sajnálatos módon azonban a kézhigiéné magatartás az optimálistól jelentősen elmarad [10-12]. A konkrét okait vizsgálva az idő szorítása, az elfoglaltság, a feledékenység, a kézhigiéné előírások elégtelen ismerete, a kéz, mint fertőzőforrás fontosságának elhanyagolása, negatív viselkedés az idősebb, tapasztaltabb szakorvosok részéről és a fertőtlenítőszeres bőr irritációja szerepel [13,14], még a magasabb iskolai végzettség is megjelenik, mint kockázati tényező [15]. A rossz kézhigiéné magatartásban a praktizáló orvosok között az egészségügyi hierarchia is szerepet játszik [16,17], mivel a látott viselkedés befolyásolja a pályakezdő orvosok magatartását [13,18]. Az elégtelen kézhigiéné alapismeretre utalhat, hogy a betegellátás során elegendő kézfertőtlenítés gyakoriságot alacsonyabbra becsülik az orvosok, mint az egészségügy más területén dolgozók, és a betegellátás során átvitt fertőzések veszélyét is alulértékelik az orvosok [19]. Az egyetemi évek alatt még fontosnak tartott antibiotikum rezisztencia kérdése is a háttérbe szorul hasonlóan a kézhigiéné fontosságához a napi rutin során az évek alatt a gyakorlatban [20] [13]. Az oktatást követő visszajelzés nagyban megnöveli a compliance-t (kézhigiéné gyakoriság), így csökkentve a kórházi fertőzések kialakulásának esélyét [21], ez a megfigyelés különösen indokolja új, objektív módszerek bevezetését a kézhigiéné ellenőrzésében. A reziduális flóra csíraszámának

a csökkentése a kézfertőtlenítés feladata, kivitelezésére pedig az alkoholos bedörzsölés javasolt amennyiben a kézen látható szennyeződés nincs [22]. Jogos elvárás a betegek és a fenntartó részéről is, hogy a szakszemélyzet a kézfertőtlenítés mozdulatsorát rutin feladatként végezze, és ne kényszerként, teherként élje meg. Elfogadhatatlan, hogy a betegellátás területén, ahol a fertőtlenítés elmaradása miatt kórokozók juthatnak át betegről-betegre, a következő mondatok hangozhatnak el kifogásként: „nem volt rá időm”, „elfoglalt vagyok, nem érek rá erre, annyi beteget kell ellátnom”, „a vizsgálatnál kesztyűt viselek”, „elfelejtettem” [23]. A rendelkezésre álló megoldások közül, melyek a kézhigiénés magatartást javíthatják, a leghatékonyabbnak az ellenőrzés és a visszacsatolás bizonyult [24,25].

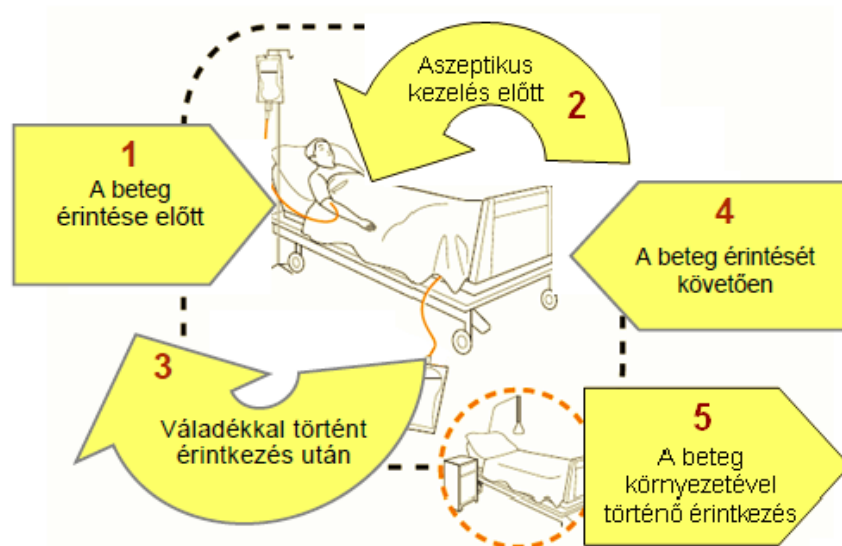
Az elektronikus eszközök egyre jobban beépülnek az életünkbe, elég csak az autópárra gondolni, ahol a komplex mérnöki rendszerek biztonságosabbá teszik a közlekedést, ezzel védve az utasok életét. Az egészségügyben is egyre nagyobb szerephez jut az elektronika, így pl. a diagnosztika terén már nem ritkaság az automata értékelő rendszerek használata. A kézhigiénés területén az első kísérleti rendszerek üzemelnek, így egy most induló globális folyamatnak lehetünk szemtanúi, amelyek révén pár éven belül a minőségbiztosítási rendszerek alapját képezhetik az elektronikus rendszerek. A közelmúltban jelentek meg mindkét feladat ellátására alkalmas elektronikus rendszerek [26], melyek alkalmasak mind a compliance (kézhigiénés gyakoriság), mind a technika monitorozására és visszajelzésére is.

2.1 Kézhigiéné jellemzésére használt módszerek

2.1.1 Compliance fogalma és vizsgálata

A kézhigiénia mérőszáma a compliance, amely az Egészségügyi Világszervezet (World Health Organization, WHO) „5 momentum” (1. ábra) protokolljában meghatározott tevékenységek során szükséges kézfertőtlenítés és a gyakorlatban végrehajtott kézfertőtlenítésének arányát mutatja [22]:

$$\text{compliance} = \frac{\text{a megfigyelt kézhigiénés események száma}}{\text{az elvárt kézhigiénés események száma}} \times 100$$



1. ábra: A „WHO 5 momentum” protokoll, a betegzónán belül meghatározza a kézfertőtlenítés indikációit [27].

A kórházi fertőzések megelőzésének költséghatékony megoldását eredményezi a kézhigiénés compliance magas értékre emelése, és ezen a szinten tartása [11,28-30]. A compliance növekedés akadályát keresve a napi munkafolyamat, az idő szorítása kerül előtérbe [11,31-33]. Jogosan merül fel a kérdés, hogy a WHO előírás alapján a kézfertőtlenítés miatt mekkora teher hárul az egészségügyi dolgozókra. A kérdésre csak összetett válasz adható, ugyanis az osztály jellege, a napszak, de még a hét napjai is befolyásolják a dolgozók kézfertőtlenítésének a számát. Az intenzív osztályokon ez az arány akár a 178 kézhigiénés tevékenység/ápolási napot elérheti [2]. A munkafolyamat eltérő jellegéből adódóan az orvosok és az ápolók esetében kézhigiénés események

száma is eltérő. Sebészeti osztályon megfigyelt munkafolyamat során orvosoknál 17 kézhigiénés esemény/ápolási nap elvárt kézfertőtlenítést számoltak össze a WHO protokoll alapján, míg ez az eredmény az ápolók esetében átlagosan 66 kézhigiénés esemény/ápolási napra tehető [30]. Így jogosan merül fel a kérdés, hogy miért nem éri el a compliance a 100%-ot az orvosok körében? „Semmelweis tanítását elfelejtették?” olvashatjuk a Lancet hasábjain szerkesztőnek címzett 20 évvel ezelőtti levélben [32], utalva az orvosok általános alacsony kézhigiénés eredményére. Általánosan tapasztalat, hogy az egészségügyi szakszemélyzet körében magasabb compliance eredményeket kaphatunk, mint az orvosok esetében [34,35]. Extrém alacsony, 4%-os compliance adatot mértek a nőgyógyászati osztályon egy 2009-es felmérésben [36], de az általánosan mért 20–50% is elmarad az elvárhatótól [3,35,37]. A compliance mérésének két módját alkalmazzák ma az egészségügyi intézményekben, a direkt és az indirekt mérési módot [27] (1. táblázat).

1. táblázat: Compliance monitorozás tipikus módszerei a WHO irányelvek alapján [27]

Mérési módszer	Előnyök	Hátrányok
Direkt megfigyelés	<ul style="list-style-type: none"> • Az összes kézhigiénés alkalom megfigyelésének egyetlen elfogadható módszere • A részletek is megfigyelhetők 	<ul style="list-style-type: none"> • Időigényes • Képzett és gyakorlott megfigyelőket igényel • Függ a megfigyeléstől, a megfigyelőtől és a megfigyelendő helytől
Önellenőrzés	<ul style="list-style-type: none"> • Olcsó 	<ul style="list-style-type: none"> • Nem megbízható
Beteg általi megfigyelés	<ul style="list-style-type: none"> • Olcsó 	<ul style="list-style-type: none"> • Negatív hatással lehet a beteg és a személyzet kapcsolatára
A kézhigiénés termékek fogyásának ellenőrzése	<ul style="list-style-type: none"> • Olcsó 	<ul style="list-style-type: none"> • A validálást befolyásolja a változó betegszám • Nem lehet különbséget tenni az egyén és a csoport között • Az osztályos terméktúlhalmozás nehezíti a validálást

A legáltalánosabb mérés, a direkt megfigyelés [3], további munkaerő közreműködését igényli, ezért költséges. A módszer hátránya, hogy térben és időben kötött, általában a napszak egy rövid idejében zajlik, így csak egy szeletét mutatja a kézhigiénés tevékenységnek [38]. A pontosságát befolyásolja a megfigyelő személye, és a Hawthorne effektus is, azaz a megfigyelt személyek- amennyiben tudatosul bennük a tény hogy őket megfigyelik- általában másképp viselkednek, mint ha arról nincs tudomásuk [39,40].

A Hawthorne effektus hatására a megfigyelt kézhigiénés események száma akár háromszorosra is növekedhet azonos időtartam alatt, abban az esetben, ha a megfigyelő személye látható a felmérés során, összevetve azzal az állapottal, ha a megfigyelést végző személy nem észlelhető a megfigyeltek számára [40]. A kézhigiénés események akár 90%-a is rejtve marad a megfigyelés előtt, így torzított adatokat kaphatunk [41]. A monitorozásra alkalmas elektronikus eszközök nagyon ritka elterjedését tapasztalhatjuk, a megfigyelés rögzítésére szolgáló számítógépes applikációk állnak rendelkezésre, pl. iScrub, KITAR, stb. [42]. Az önellenőrzéses sem ad objektív eredményt, hasonlóan a beteg megkérdezéséhez, egyik módszernél sem tudjuk kizárni az emberi tényezőt. A fertőtlenítőszerfogyás monitorozásánál nem azonosítható a szert használó személye, így a kórteremben elhelyezett adagolónál a betegek és hozzátartozók általi használat is befolyásolja az eredményt [43].

2.1.1.1 Compliance monitorozó rendszerek

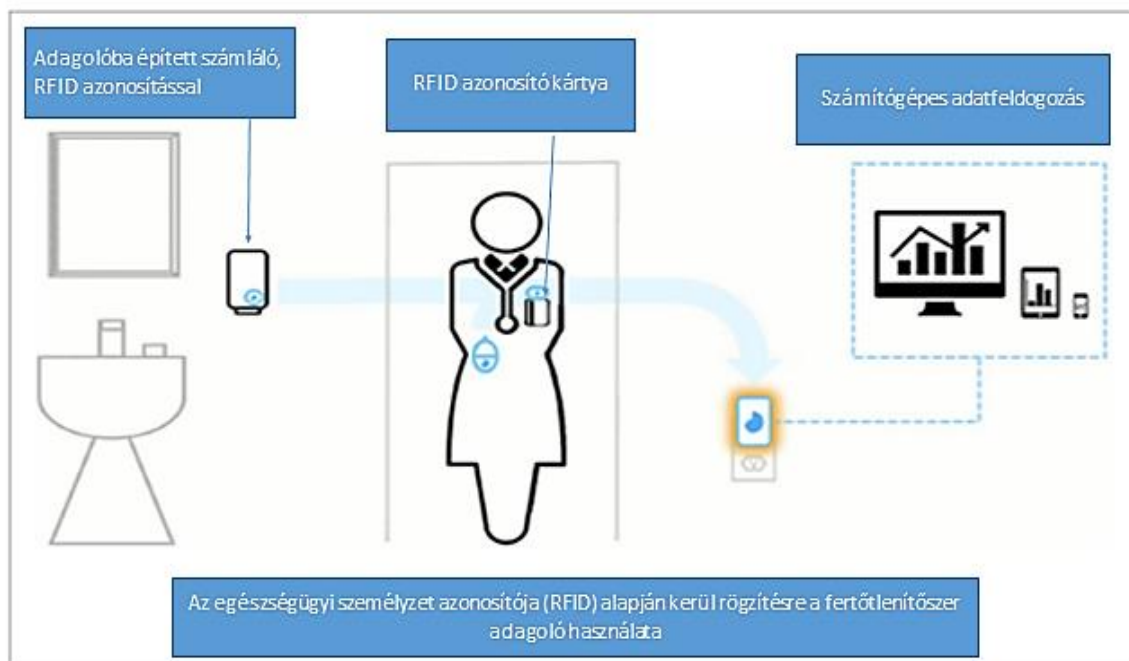
A compliance javításának legújabb módja az objektív elektronikus eszközök használata. Ezen eszközök egyik csoportját a valós-idejű eszközök képviselik, melyek azonnali visszajelzést adnak a dolgozónak az elmaradó kézfertőtlenítésről, így lehetőséget adnak a már berögzült „rossz” szokások megváltoztatására [44].

A compliance monitorozó eszközök több fejlesztési vonalát különböztetjük meg [45-48]:

1. A direkt megfigyelés eredményének rögzítésére szolgáló rendszerek
2. Az adagolókba épített számlálók
3. Az alkoholpára szenzorok
4. Videó megfigyelő rendszerek
5. Az előző rendszerek kombinációjával működő berendezések

A direkt megfigyelés segítségével fejlesztették ki a megfigyelést segítő és az eredmény rögzítésére szolgáló eszközöket. Itt a megfigyelést végző személy mobil eszközön rögzíti a megfigyelését egy applikáció segítségével. Használatukkal hasonló eredmény érhető el, mint a direkt megfigyelés során tapasztalt eredmény [49]. Elektronikus eszközök közül a legegyszerűbb megoldást a kézhigiénés termékek fogyasztását figyelő rendszerek jelentik. Előnyük a napi 24 órás működés és az adagoló használatának folyamatos monitorozása [50]. Az adagolókba integrált számlálók legegyszerűbb megoldása a használat detektálása a felhasználó azonosítása nélkül pl. Deb Med rendszer (www.debmed.com). A következő

szintet jelenti a dolgozó azonosítására képes rendszer, így személyhez kötött adatokat kaphatunk az elhasznált fertőtlenítőszer mennyiségéről. A dolgozó azonosítása RFID (**R**adio **F**requency **I**Dentification), chipkártya, ujjlenyomat stb. segítségével történhet. Az adagoló nyilvántartja az egészségügyi dolgozó által felhasznált kézfertőtlenítőszer mennyiségét, pl. Swipe Sense rendszer (Swipe Sense Inc, Chicago, USA) (2. ábra), a kapott adatokat a központi számítógéphez továbbítja, amely meghatározza a compliance-t. Az adagolóba épített számláló használatával szignifikáns compliance növekedés érhető el [51], mely növekedés nagyobb, mint a rövid ideig végzett direkt megfigyelés hatásaként jelentkező eredmény [52,53].



2. ábra: Adagolóba épített számlálóval működő compliance monitoring rendszer működése: A dolgozót RFID alapján azonosítja az adagoló, így pontos adatokat rögzít a kézfertőtlenítőszer felhasználásról. A rendszer rögzíti az időpontot, a helyszínt és a felhasználó személyét is. Statisztikai elemzés végezhető a dolgozó kézhigiéniés magatartásáról. (www.swipesense.com)

Az alkoholos bedörzsölés során alkoholpára keletkezik, amelynek detektálására alkalmas készülékek is születtek [54]. Hátrányuk, hogy csak alkohol alapú fertőtlenítőszer detektálására alkalmasak, a kapott compliance eredményt torzítja, hogy a compliance-be nem számolják bele a más fertőtlenítőszer családdal történő kézfertőtlenítést [50]. A kézfertőtlenítés után az alkoholszenzor detektálja a kézen lévő alkoholos fertőtlenítőszer, és jelzi a fertőtlenítés tényét pl. a dolgozó azonosítóján elhelyezett visszajelző panel segítségével, ilyen a BioVigil rendszer (BIOVIGIL Healthcare Systems, Ann Arbor,

USA) (3.ábra). Az alkoholszenzor alkalmazásával a direkt megfigyelésnél tapasztalt compliance ingadozás megszűnik, és szignifikáns javulása érhető el a compliance tekintetében [54].



**a kórtermekben elhelyezett RF egységek aktiválják
a dolgozó RF vevőjét**



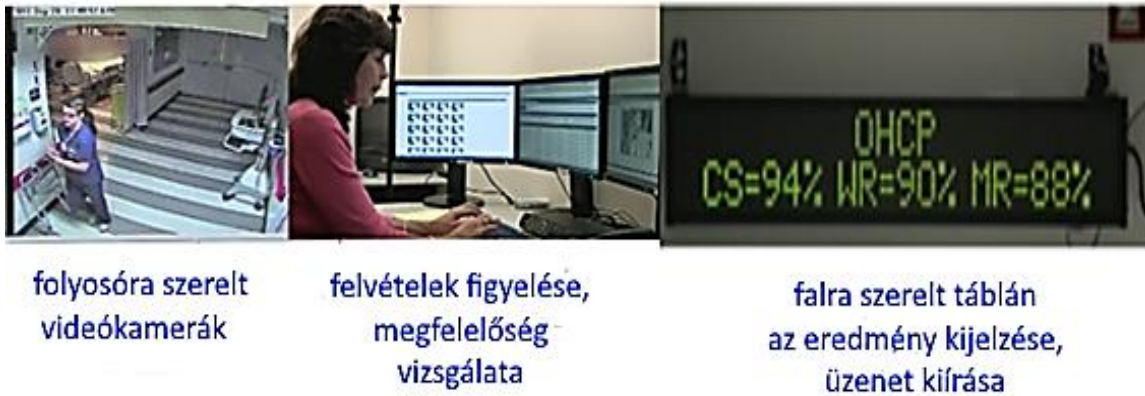
**kézfertőtlenítés
szükséges**

**alkohol van
a kézen**

**nincs alkohol
a kézen**

*3. ábra: Az alkoholszenzoros monitoring rendszer működése: A kórterembe lépéskor az RF (Rádió Frekvenciás) rendszer érzékeli a dolgozót és aktiválja az alkoholszenzort, melyen ekkor a kézfertőtlenítés szükséges jelzés jelenik meg. Kézfertőtlenítés után a kezét „megszagoltatva” az érzékelővel megjelenik az eredmény, mely az „alkohol van”, tehát megfelelő a kézfertőtlenítés, vagy „nincs alkohol”, tehát nem megfelelő a kézfertőtlenítés minősége visszajelzést kapja a dolgozó.
(www.biovigilsystems.com).*

A videó alapú megfigyelőrendszer szintén a szak személyzet munkáját igényli. A kórterem bejáratánál vagy a folyosón elhelyezett fertőtlenítőszer-adagolóra irányított kamera segítségével rögzítik a dolgozók mozgását és a kézfertőtlenítések számát [49,55-57]. Az Arrowsight rendszer (Arrowsight Inc., NY, USA), (4. ábra) példa erre a megoldásra. Szakember értékeli ki a monitoron látott eseményt, és digitális tábla segítségével visszajelzi az eredményt.



4. ábra: Arrowsight video megfigyelő rendszer működése:

Szakképzett dolgozó értékeli ki a monitoron megfigyelt kézhigiéniés mozgulatsort, előnye, hogy egyszerre több osztályon, részlegesen végezhető „direkt” megfigyelés ezzel a módszerrel, mert kamera helyettesíti a direkt megfigyelő személyét. (www.arrowsight.com).

A bevezetett elektronikus rendszereket foglaltuk össze működésük alapján a 2. táblázatban. A legelterjedtebb megoldás az adagolóba épített számláló, melyek releváns adatokat szolgálhatnak a kézfertőtlenítőszer felhasználásáról. Bonyolultabb, de több információval szolgál a betegzónát figyelő rendszer, mely nemcsak az adagoló használatát, tehát a dolgozó kézfertőtlenítésének a számát detektálja, hanem a betegzónán belüli mozgását is. Az adatok alapján elkészített riportot felhasználva meghatározható a szükséges beavatkozások. A betegek bevonása a compliance növelésének egyik eszköze lehet, erre a célra is születtek megoldások, a 3. ábra alapján bemutatott alkoholszenzoros rendszer használatával a beteg is visszajelzést kap az egészségügyi személyzet kezének állapotáról. Egy pirosan világító „kézfertőtlenítés szükséges” állapotot jelző készülék a beteg számára is egyértelmű jelzést szolgáltat a kézfertőtlenítés elmaradásáról. A beteg bevonásával így kikényszeríthető a megfelelő számú kézfertőtlenítés a betegápolás során.

2. táblázat: Compliance monitorozására fejlesztett elektronikus berendezések tulajdonságait összefoglaló táblázat [58].

Rendszer elnevezése	Működési elv	Azonnali visszajelzést ad	Oktatási célra használható	Kézhigiénés tevékenység rögzítésére alkalmas	Emlékeztető funkcióval rendelkezik	Kórházi informatikai rendszerhez csatlakozik	A felhasználónak visszajelzést ad	A beteg számára visszajelzést ad	Központi riportot készít	Kézhigiénés technika monitorozására szolgál
3M Clean-Trace	<i>Felületi mintavétel</i>	X	X				X			
Arrowsight	<i>Video megfigyelő</i>	X				X	X			
BioVigil monitoring	<i>Compliance monitor (RFID)</i>	X		X	X	X		X		
DEB DebMed GMS	<i>Adagolóba épített számláló</i>			X						
Ekahau Inc. HH Monitoring	<i>Adagolba épített számláló</i>			X	X					
Ephygie Hand	<i>Számláló és RFID alapján figyeli a dolgozó mozgását</i>			X		X			X	
GOJO SMARTLINK	<i>RFID azonosítás és adagolóba építette számláló</i>			X		X			havonta	
HandGiene Corp	<i>RFID adagolóba épített számláló</i>	X	X	X	X	X		X		
Handy audit	<i>Direkt megfigyelést támogató eszköz</i>			X					X	
Hangenix	<i>RFID, dolgozó követése</i>	X		X	X				X	
Hill-rom	<i>GOJO alapjain működő rendszer, RFID</i>	X	X	X	X	X			havonta	
IntelligentM	<i>RFID alapján, azonosítás és a kéz rezgését detektálja</i>			X	X	X		X	havonta	


2.1.2 Kézhygiénés technika minőségének jellemzése

A kézfertőtlenítés során helytelenül kivitelezett mozdulatok a kéz felszínének hiányos bedörzsölését eredményezik, pl. az ujjvégek és a hüvelykujj kimaradása a fertőtlenítésből, pont azoknak a területnek az elmaradását jelenti, melyet a tárgyak megfogásához használunk [59]. A kéz bedörzsölésére két módszer terjedt el a nemzetközi irányelvekben [60]. Az első a „WHO 6-lépéses protokoll”, mely a tenyérbe juttatott fertőtlenítőszerrel a kéz felszínén 6 lépésben fedi el a teljes felszínt. Ez az eljárás a laboratóriumi körülményekre kidolgozott standard eljárásként született a fertőtlenítőszer hatásspektrumának ellenőrzésére [61]. A WHO 6-lépéses protokoll lépései: 1. tenyér–tenyér, 2. tenyér–kézhát, 3. ujjak között 4. ujjak összefűzése 5. hüvelykujj bedörzsölése 6. ujjak vége (5. ábra). A második protokoll az ún. „3-lépéses” technika, mely során első lépésként az egyik tenyérbe juttatjuk a fertőtlenítőszerrel, a 2. lépésként a kéz felszínén eldörzsöljük a fertőtlenítőszerrel, 3. lépésként addig folytatjuk az első két lépést amíg a kézfelszín száraz [7]. Ez a protokoll nem terjed ki a bedörzsölés pontos részleteire. A WHO protokoll használatánál hosszabb bedörzsölési időt figyeltek meg [62,63], ezzel párhuzamosan a fertőtlenítőszerrel befedett területek eredményében is jobb értéket adott [60].

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.

Az alkoholos **kézbedörzsölés** menete

Kézhygiéhez alkalmazzunk alkoholos bedörzsölést. Antibakteriális szappanos kézmosást akkor alkalmazzunk, ha a kezek láthatóan szennyezettek

 A művelet időtartama: **30 másodperc**

1a



Adagolóból megfelelő mennyiségű kézfertőtlenítő szert juttassunk a tenyerébe.

1b

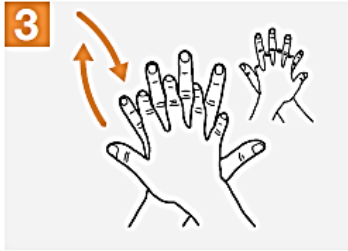


2



Dörzsöljük össze a tenyerünket.

3



Dörzsöljük az egyik tenyerünkkel a másik kéz kézfejét úgy, hogy közben az ujjakat összefonjuk. Váltott kézzel ismételjük meg.

4



Dörzsöljük össze a két tenyeret úgy, hogy az ujjakat összefűzzük.

5



Dörzsöljük az egyik kéz tenyerével a másik kéz ujjainak hátát úgy, hogy az ujjak horogszerűen összeakaszkodnak. Váltott kézzel ismételjük meg.

6



Markoljuk meg az egyik hüvelykujjat és körkörös mozdulattal dörzsöljük, majd váltsunk kezet.

7



Az egyik kéz ujjbegyeit dörzsöljük a másik kéz tenyeréhez körkörösén, majd váltsunk kezet.

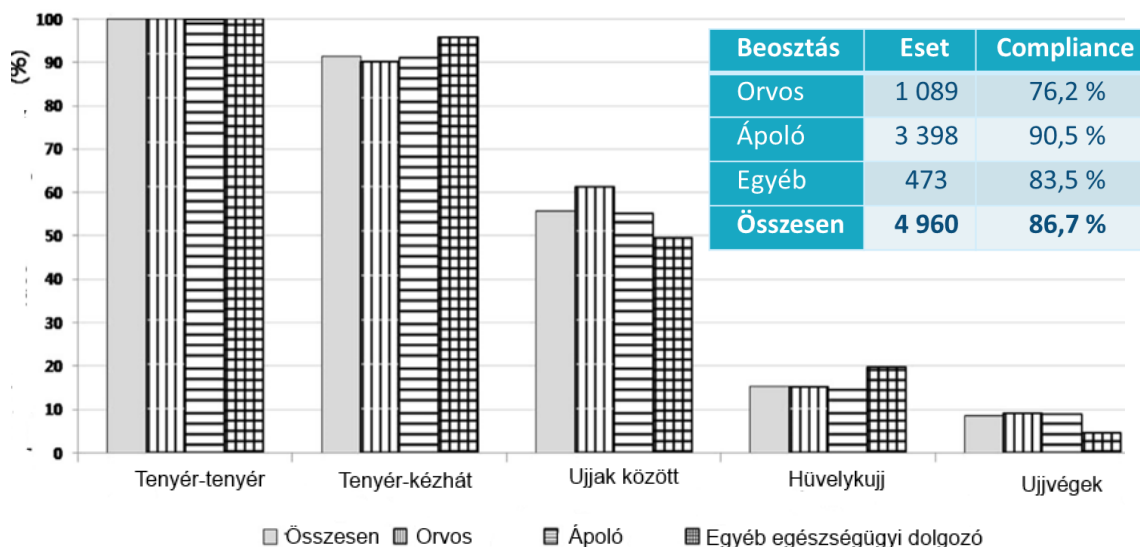
8



Száradás után kezeink biztonságosak

5. ábra: A WHO 6-lépéses protokoll az alapos kézhygiénés bedörzsölést mutatja (2–7 mozdulatok). (www.who.com)

A WHO protokoll 6 lépéséből a tenyér–tenyér és a tenyér–kézhát mozdulat még a gyermekkorból hozott és begyakorolt mozdulatok, ezzel magyarázható ennek a lépésnek a magas arányú kivitelezése [59]. Az utolsó 2 lépés, tehát a hüvelykujj és az ujjvégek fertőtlenítésének mozdulata azonban már nem rutin mozdulatsor, így elmaradásuk is gyakrabban fordul elő [59] (6. ábra).



6. ábra: 4960 kézhigiénés esemény feldolgozása alapján bemutatott compliance és bedörzsölés technikájának elemzése, mely magas compliance eredmény (86,7%) mellett rosszul kivitelezett bedörzsölés eredményét mutatja. A hüvelykujj és az ujjvégek fertőtlenítésének elmaradását észlelték a megfigyelés során [59].

A magas compliance adatok csak a WHO „5 Momentum” protokoll alapján elvárt kézhigiénés események nagyarányú végrehajtását jelentik, de a kézre juttatott fertőtlenítőszer eldörzsölésének minőségét nem jellemzik. A kézfertőtlenítés során kimaradó hüvelykujj és ujjvégek területe a fertőzés közvetítésben nagy szerepet játszhatnak, miközben az egészségügyi dolgozók az elvárt számban fertőtlenítették a kezüket. Az ujjvégek kevesebb mint 10%-os bedörzsölése mellett kapott 90%-os compliance adat azt jelenti, hogy kevesebb mint 10 ápoló, vagy 76%-os compliance mellett kevesebb mint 7 orvos kezének teljes felszíne fertőtlenített 100 azonos beosztású dolgozót vizsgálva [59]. Tehát a compliance növelése önmagában nem elég a fertőzések visszaszorítására, a kellő mennyiségben és hatásossággal végrehajtott kézfertőtlenítés jelenti a betegek maximális védelmét, a felületek fertőtlenítésére és az eszközhasználatra vonatkozó higiénés előírások betartása mellett.

2.1.2.1 Kézhygiénés technikát oktató és ellenőrző elektronikus rendszerek

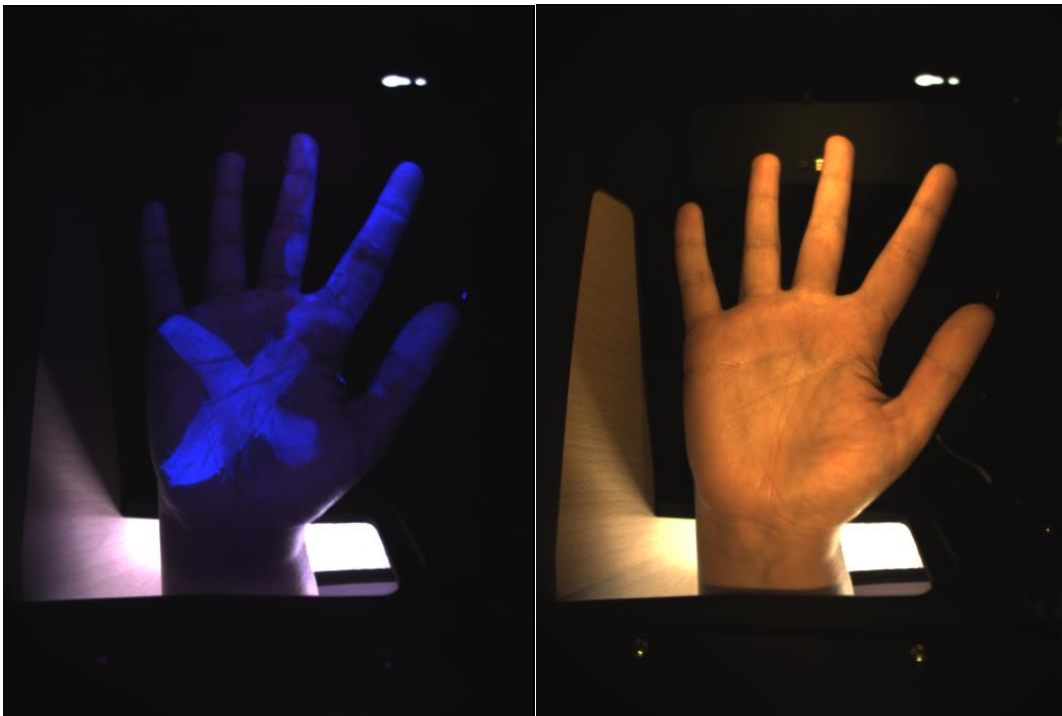
A bedörzsölés technikájának ellenőrzése és folyamatos oktatása épp olyan fontos a megbiztonság szempontjából, mint a magas compliance fenntartása. Az eddig bemutatott rendszerek a compliance monitorozására vagy javítására szolgálnak. A kézhygiénés bedörzsölés technikájának tanítására és ellenőrzésére is találunk példákat. Oktatási rendszerként üzemel a SureWash készülék (Glanta Ltd., Dublin, Írország), mely figyeli a kézfertőtlenítés lépéseit, és jelzi a WHO protokoll alapján elvárt mozdulatsor és az elvégzett bedörzsölés mozdulatainak azonosságát (7.ábra).



7. ábra: SureWash készülék felépítése: bedörzsölés technikájának oktatására és ellenőrzésére fejlesztett, ipari kamerával rögzített számítógépes mozgókép feldolgozás segítségével működő rendszer. (www.surewash.com)

A SureWash rendszer használatával javult a WHO 6-lépéses protokolljának végrehajtása [64-66]. A bedörzsölés minőségének ellenőrzésére használható speciális fertőtlenítőszer több gyártó is kínál. Ezek a készítmények csak oktatási célra használhatók, mivel engedéllyel rendelkező alkoholos fertőtlenítőszerhez adnak UV sugárzásra látható tartományba sugárzó adalékot, és így módosul az oldat összetétele. A bedörzsölés során az UV marker eloszlása megegyezik a fertőtlenítőszer eloszlásával, így

azok a területek sötét foltként jelentkeznek a kézen, amely nem került bedörzsölésre (8. ábra).



8. ábra: UV (365 nm) sugárzásban és fehér fényben látott felvétel „speciális” fertőtlenítőszerrel végzett bedörzsölés után (fluorescein próba). UV sugárzásban a speciális UV adalék láthatóvá válik. A próba értelmében az adalék eloszlása megegyezik a fertőtlenítőszer eloszlásával.

Az UV reagenst tartalmazó speciális fertőtlenítőszerhez több egyszerű „fekete dobozt” kínálnak a gyártók oktatási és önellenőrzési célra. Ilyen egyszerű berendezéseket mutat a 9. ábra.



9. ábra: Speciális fertőtlenítőszer eloszlását vizsgáló berendezések, „fekete dobozok”
(www.hygienicsolutionsuk.com, <http://onsolution.com>).

A Hand-in-Scan (HandInScan Kft., Debrecen, Magyarország) készülék valós idejű visszajelzést ad a kézfertőtlenítés minőségéről. Az oktatási célra használatos

berendezések (ún. fekete doboz) adták a kiindulópontot a fejlesztéshez. A hagyományos módszer digitalizálása oly módon, hogy számítógépes képfeldolgozás végzi el a kiértékelést és készíti el a statisztikákat [67,68].

A szakirodalmi adatok egyértelműen alátámasztják, hogy a modern eszközök használata segít a compliance növelésében [51,54], a technika oktatása és a valós idejű visszajelzés változtathatja meg a berögzült mozdulatokat [44,64].

3 Célkitűzések

A kutatás célja az volt, hogy objektív, tudományos módszerekkel vizsgáljuk meg az elektronikus eszközök egészségügyi szakdolgozókra gyakorolt viselkedésformáló hatását a kézhigiéné területén. A bedörzsölés technika kiértékelésére kifejlesztett Hand-in-Scan berendezés segítségével vizsgáltuk a direkt visszajelzés hatását különböző populációban. A kutatás során kiemelten fontos volt, hogy klinikailag releváns (ellátásban résztvevő személyzet) adatok gyűjtése és kiértékelése történjen meg.

Négy kiemelt területre fókuszált a kutatás:

1. A fluoreszcein próba validálása

A kézhigiénés technika ellenőrzése fluoreszcein próba segítségével elterjedt eljárás, amely a fluoreszcein eloszlásának UV sugárzásban látott eredményén alapszik. A szakirodalomból azonban hiányzott a fluoreszcein eloszlásának és a fertőtlenítőszer által fedett kézfelszín azonosságának bizonyítása. Célunk annak az állításnak a validálása volt, mely szerint az UV sugárzásban látott eredménykép a fertőtlenített kézfelület területi eloszlását mutatja.

2. Az elektronikus eszköz hatékonysága az oktatásban

Számos publikáció foglalkozik az egyetemi oktatás alatt elsajátított sebészi bemosakodás hatékonyságának vizsgálatával. Megvizsgáltuk az elektronikus berendezés hatását az oktatás során begyakorolt bedörzsölési technika minőségének javítására. Az orvostanhallgatók felmérésénél a cél az volt, hogy bemutassuk a vizualizáció eredményességét, mely révén a hallgató helyes kézhigiénés technikát sajátíthat el.

3. A közvetlen visszajelzés szerepének kimutatása

Korábban nyitott kérdés volt az is, hogy a berögzült kézhigiénés technika minősége javítható-e önellenőrzéssel, vagy elektronikus berendezés alkalmazásával. A követéses vizsgálat célja volt, hogy bizonyítsuk, a direkt visszajelzés segít elsajátítani a megfelelő kézhigiénés technikát, a hibásan rögzült szokásokat, mozdulatokat megváltoztathatjuk megfelelő oktatással.

4. A kézhigiénés viselkedés megváltozásának indukciója

Statisztikai módszerek segítségével bizonyítani kívántuk, hogy egy direkt visszajelzésre alkalmazott elektronikus berendezés alkalmas a következő kézhigiénés bedörzsölés során kimaradó területek számának csökkentésére.

A vizsgálati módszerek kiterjedtek:

1. Mikrobiológiai vizsgálatokra: az UV reagens (fluoreszcein) eloszlásának vizsgálatára.
2. Az orvostanhallgatók felmérésére, közvetlen oktatás után, a sebészi bemosakodás elsajátításának hatásfokának ellenőrzésére.
3. Egészségügyi dolgozók felmérésére, egy követéses vizsgálatban az önellenőrzés hatásának nyomon követésére.

A kutatás során új módszereket alkalmaztunk, méréseinkhez a Hand-in-Scan készüléket használtuk. A készüléket egy olyan mérnöki csapat fejlesztette, akik közös célja volt, hogy az egészségügyi személyzet kézhigiénés teljesítményét objektíven ellenőrző eszközt hozzanak létre. Az objektivitást – amely a kórházi fertőzések elleni harcban kulcsfontosságú – a képek számítógépes kiértékelésével valósítja meg a rendszer.

4 Módszerek

4.1 A Hand-in-Scan technológia ismertetése

A Hand-in-Scan egy olyan digitális berendezés, amely alkalmas a kézhigiénés technika mérésére, műszaki szempontból három részre osztható, a vázszerkezetre, a digitális kamerára és a központi számítógép modulra (10. ábra) működésének elve megegyezik a hagyományos fekete dobozos rendszerekkel, melyek az UV reagenssel bekevert alkohol alapú kézfertőtlenítőszer eloszlását mutatják ki a kézen.



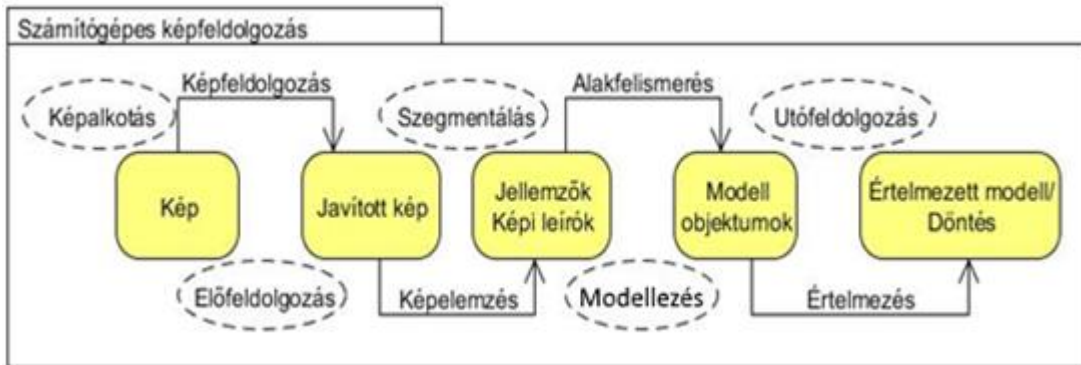
10. ábra: Hand-in-Scan készülék 2013-as prototípusa (www.handinscan.com).

A Hand-in-Scan készülék valós idejű visszajelzést ad a kézfertőtlenítés minőségéről. A korábbi technikák tovább fejlesztése történt oly módon, hogy számítógépes képfeldolgozást lehessen végezni a készülékkel, így objektív kiértékelést nyújtson. A digitális kamera a számítógépes kiértékeléshez UV sugárzás által megvilágított környezetben képet készít a speciális fertőtlenítőszerrel bedörzsölt kézről, majd a számítógép vizuális és számszerű eredményt is ad a fertőtlenítés minőségéről. A készülék műszaki paramétereit és a mérési útmutatót a 3-as számú mellékelt tartalmazza.

4.1.1 A Hand-in-Scan elemző, képfeldolgozó szoftver

A számítógépes képfeldolgozás általános feladata egy álló- vagy mozgókép által nyújtott információt döntéssé alakítani [67,68]. A digitális képalkotást és képrögzítést követően, a képfeldolgozás során tömörítési, zajszűrési, élességi, vizsgálati, méretezési feladatok zajlanak. Ezek tulajdonképpen előkészítő lépések a további feldolgozáshoz. A továbbiakban a képet elemezni kell, hogy a kép jellemzőit, leíró paramétereit meg tudjuk

határozni. Ki kell jelölni a képen az érdemi vizsgálatra szánt területeket. Ez a szegmentálás folyamata. Ebben a lépésben alkalmazzuk az ún. éldetektáló algoritmusokat, amelyek megadják a képen látható tárgyak körvonalait. Ezután lehet sort keríteni az osztályozási feladatok megoldására is, vagyis a képpontokat vagy régiókat kell osztályokba sorolni, hogy könnyebb legyen értelmezni a képet, a 11. ábra foglalja össze a lépéseket.



11. ábra: A számítógépes képfeldolgozás lépéseit bemutató algoritmus [68].

Az osztályozó algoritmus segítségével két osztályba soroljuk a képen található pixeleket, intenzitásértéküktől függően: „fertőtlenített” és „nem fertőtlenített” osztályba. A berendezés kétfajta eredményt biztosít: egy vizualizálható képet a hiányosan bedörzsölt régiókról, illetve ennek az egész kézhez viszonyított százalékos adatát.

4.1.2 Az RFID technológia

A mérések során a résztvevőket RFID kártya segítségével lehet azonosítani. Az RFID rövidítést a Radio Frequency Identification (rádiófrekvenciás azonosítás) szavak kezdőbetűiből képezték, és az egyedi azonosító technológiák (AUTO ID) családjába tartozik, hasonlóan a vonalkódokhoz, csak épp működési elvében tér el. Ez egy olyan automatikus azonosításhoz és adatközléshez egyaránt használt technológia, melynek lényege az adatok tárolása és továbbítása RFID címkék és leolvasó eszközök segítségével. A chip köré épített áramkör a bejövő rádióhullámokból indukál áramot, így gyakorlatilag a leolvasó hozza működésbe az eszközt, és a benne lévő adatokat az egyben antennaként is funkcionáló áramkörön keresztül sugározza vissza a leolvasó egységnek. Az adatok általában egyszer kerülnek betöltésre, később már nem írhatók át [69]. A kártyában tárolt azonosító nem változtatható meg, így a dolgozó azonosításában véletlen, vagy szándékos hiba is kizárható.

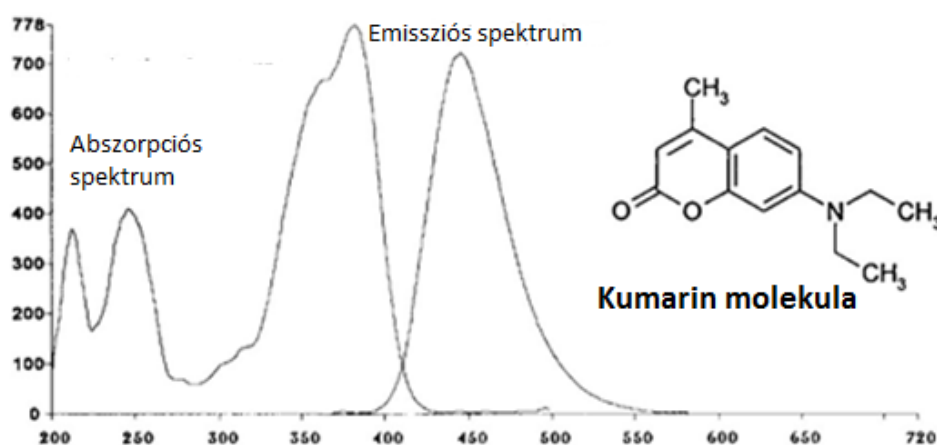
4.2 Speciális fertőtlenítőszer

A bedörzsölés minőségének ellenőrzésére használható speciális fertőtlenítőszer több gyártó is kínál.

A legnagyobb gyártók termékei:

1. Schülke Optics (Schülke & Mayr GmbH, Norderstedt, Németország)
2. Fluo-Rub (B.Braun Medical AG, Hessen, Németország)
3. Visirub (Paul Hartmann AG, Heidenheim an der Brenz, Németország)
4. UV-GERM (Glowtec Ltd, London, Egyesült Királyság)
5. GlitterBug Gel (Brevis Corporation, Salt Lake City, Egyesült Államok)

Ezek a készítmények csak oktatási célra használhatók, mivel engedéllyel rendelkező alkoholos fertőtlenítőszerhez adnak UV sugárzásra látható tartományba sugárzó adalékot, és így módosul az oldat összetétele. A bedörzsölés során az UV marker eloszlása megegyezik a fertőtlenítőszer eloszlásával, így azok a területek sötét foltként jelentkeznek a kézen, amely nem került bedörzsölésre. A kutatás során a Schülke Optics és a Visirub+Sterillium került felhasználásra. UV markerként kumarin származékot használnak a gyártók. A molekula tulajdonságait foglalja össze a 12. ábra [70]. Az X tengelyen a sugárzás hullámhossza látható. Az UV tartományban a 350 nm körüli tartományban található az elnyelési maximum, a baloldali grafikon mutatja az elnyelési tartományt. A jobboldali grafikon az elnyelési tartományra adott reakció látható, melyen a 450 nm hullámhossznál találjuk a maximális intenzitást, ez a kék tartományba eső látható fényt jelenti.



12. ábra: 4-metil-7diethylamino-kumarin szerkezete, abszorpciós és emissziós tulajdonságai [70]

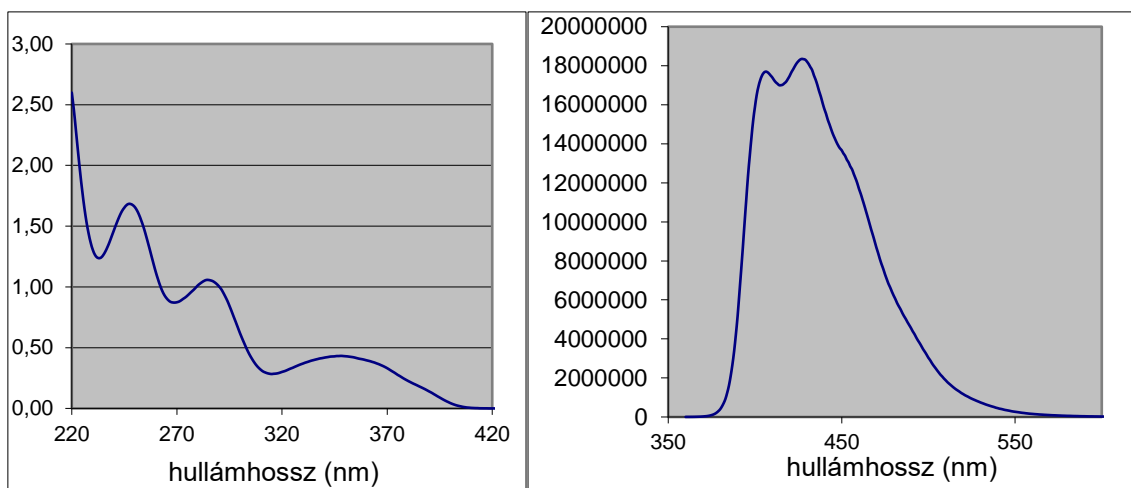
4.2.1 Schülke Optics oktatási célra forgalmazott fertőtlenítőszer

Ezt a terméket a Schülke & Mayr GmbH gyártja, önálló készítményként, melyet oktatási célra biztosít a felhasználók részére. A kémiai összetételét a biztonságtechnikai adatlap mutatja (13. ábra).

Kémiai név:	Index-Szám CAS szám EU-szám Regisztrációs szám	Besorolás (67/548/EGK)	Besorolás (1272/2008/EK RENDELETE)	Koncentráció [%]
Ethanol	603-002-00-5 64-17-5 200-578-6 01- 211945761043-XXXX	F; R11	Flam. Liq. 2; H225 Eye Irrit. 2; H319	78,2 %
Propan-2-ol	603-003-00-0 67-63-0 200-661-7 01- 211945755825-XXXX	F; R11 Xi; R36 R67	Flam. Liq. 2; H225 Eye Irrit. 2; H319 STOT SE 3; H336	10 %

13. ábra: Schülke Optic kémiai tulajdonsága a biztonsági adatlap alapján (www.allegro.hu).

A fertőtlenítőszerbe kevert UV adalék tulajdonságait a Semmelweis Egyetem Általános Orvostudományi Kar Biofizikai és Sugárbiológiai Intézetben vizsgáltuk meg 2013. áprilisában. A kapott eredményeket foglalja össze a 14. ábra. A baloldali ábrán az X tengelyen a besugárzás hullámhosszát jelöltük, az Y tengelyen az elnyelés intenzitását. Az elnyelési csúcs az UV-A tartományban a 350 nm hullámhossznál található. Az UV-A tartományon kívül eső hullámhosszban kapott eredményt nem vizsgáltuk, mert a fluoreszcein próbánál használt sugárzó 368 nm hullámhosszon sugároz. A jobboldali ábra a 350 nm hullámhossz által gerjesztett foton emisszió hullámhossza látható, az Y tengelyen a sugárzás hatására jelentkező foton emisszió nagysága olvasható le, amely a látható tartományban a kék szín hullámhossza. A legintenzívebb választ a 350–368 nm hullámhossz között tapasztaltuk. Ezt az eredményt a később a Hand-in-Scan készülék fejlesztésénél használtuk fel a sugárforrás biztosító UV fénycső majd UV-LED kiválasztásánál.



14. ábra: Schülke Optics elnyelési és sugárzási tulajdonságait összefoglaló grafikon.

A Schülke Optic tulajdonságai 350 nm besugárzás esetén hasonlóak, mint a 4-metil, 7-dietilamino-kumarin esetében tapasztalt sugárzási tulajdonságok.

4.2.2 Visirub oktatási célra szánt UV adalék koncentrátum

A felmérés során használt másik szer a Visirub koncentrátum volt. Ezt a terméket a Paul Hartmann AG. gyártja, és oktatási célra biztosítja a felhasználók részére. A Visirub koncentrátumot Sterilium (BODE Chemie GmbH) fertőtlenítőszerhez adagoltuk, így állítottuk elő a teszt-kézfertőtlenítőszeret. Az elkészítés folyamatát a Visirub koncentrátum felhasználási útmutatója alapján végeztük (15. ábra).



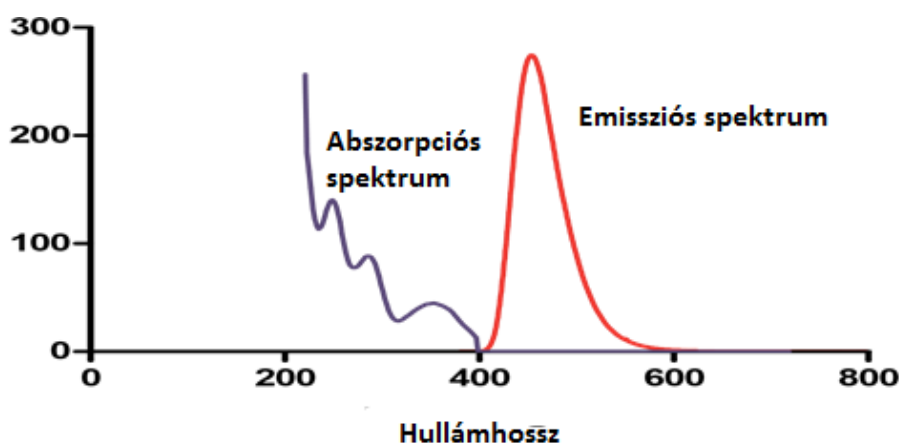
15. ábra: A teszt-kézfertőtlenítőszer összekeverésének lépései: 10 ml koncentrátumnak az oldását jelenti 500 ml kézfertőtlenítőszerben (www.hartmann.hu).

A Sterilium (BODE Chemie GmbH) kémiai összetételét a biztonságtechnikai adatlap mutatja (16. ábra):

Kémiai név	CAS szám EU-szám Regisztrációs szám	Osztályozás (67/548/EGK)	Osztályozás (1272/2008/EK RENDELETE)	Koncentráció [%]
propán-2-ol	67-63-0 200-661-7 01-211945755825	F; R11 Xi; R36 R67	Flam. Liq. 2; H225 Eye Irrit. 2; H319 STOT SE 3; H336	$\geq 25 - < 50$
propán-1-ol	71-23-8 200-746-9 01-211948676129	F; R11 Xi; R41 R67	Flam. Liq. 2; H225 Eye Dam. 1; H318 STOT SE 3; H336	$\geq 25 - < 50$
tetradecanol	112-72-1 204-000-3 01-211948591033	Xi; R36	Eye Irrit. 2; H319	$\geq 1 - < 3$
Mecetronium- etilszulfát	3006-10-8 221-106-5	Xn; R22 C; R34 N; R50	Skin Corr. 1C; H314 Acute Tox. 4; H302 Aquatic Acute 1; H400	$\geq 0,025 - < 0,25$

16. ábra: Sterilium kémiai tulajdonsága a biztonsági adatlap alapján (www.hartmann.hu).

A fertőtlenítőszerbe kevert Visirub adalék tulajdonságait is megvizsgáltuk. Az eredményeket foglalja össze a 17. ábra. Az X tengelyen a sugárzás hullámhossza alapján az elnyelési tartományt ábrázoljuk az Y tengelyen. Az egyik csúcs az UV-A tartományban 350 hullámhossznál található. A jobboldali ábra a 350 nm hullámhossz által gerjesztett foton emisszió hullámhossza látható, az Y tengelyen a sugárzás hatására jelentkező foton emisszió nagysága olvasható le, amely a látható tartományban a kék szín hullámhossza. A legintenzívebb választ a 350–368 nm hullámhossz között tapasztaltuk.

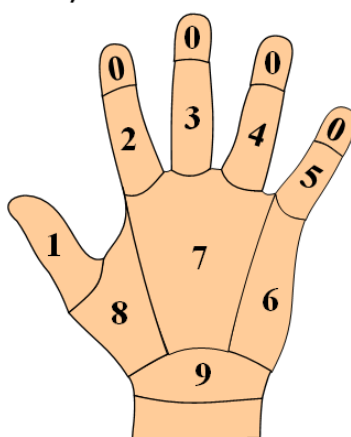


17. ábra: A Visirub tulajdonságait összefoglaló grafikon: az elnyelési és a kibocsátási hullámhosszokat mutatja be.

A Visirub tulajdonságai 350 nm besugárzás estén hasonlóak, mint a 4-metil, 7-dietilamino-kumarin esetében tapasztalt sugárzási tulajdonságok.


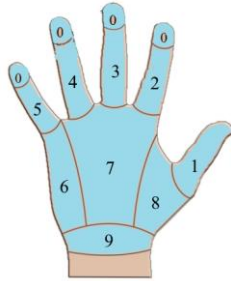
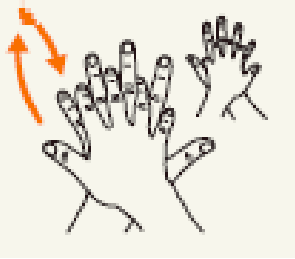
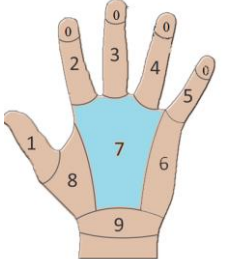

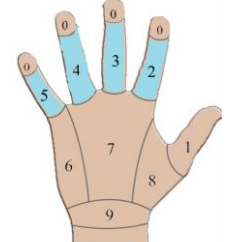

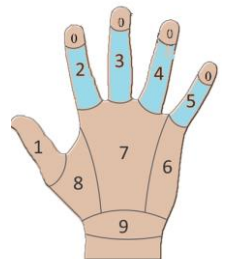

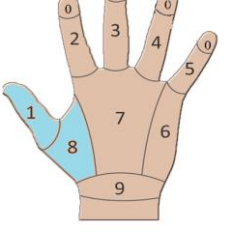

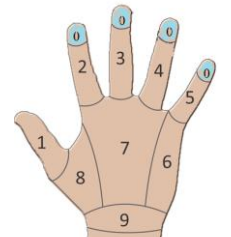
4.3 A bedörzsölés során kimaradó területek osztályozása

A mérések után a Hand-in-Scan készülékből kapott UV-A sugárzásban készített felvételeket értékeltük ki retrospektíven. A kéz felszínét 9+1 régióra osztottuk, mind a tenyér, mind a kézhat oldalán. Az ujjak egy-egy régiót képviselnek, az ujjvégek külön egységes régióba kerültek. Ezt a megoldást a jelen felmérést megelőző időszakban kapott eredmények alapján választottuk [71], annak érdekében, hogy az eredményeket minél intuitívabban kommunikálhassuk a felhasználókkal. A 2011-ben Szingapúrban végzett 4500 egészségügyi dolgozó bevonásával készült felmérés eredményeinek elemzése során alakítottuk ki ezt a felosztást. Az alap elképzelésben 9 régió szerepelt, melyekben az ujjak egy-egy önálló régiót képeztek. A kapott eredmények azt mutatták, hogy az ujjakon kimaradó területek nagy része az ujjak végeknél helyezkedik el, így döntöttünk az ujjvégek, mint önálló régió bevezetéséről, így precízebben tudtuk ábrázolni a kimaradó területek eloszlását. A régiók kialakítását mutatja a 18. ábra.



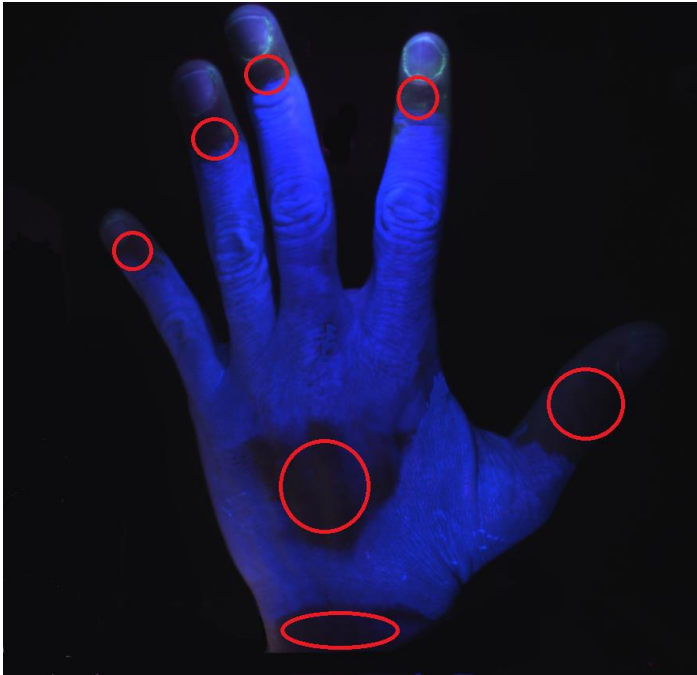
18. ábra: A kéz felszínének „régiós” felosztása.

A WHO 6-lépéses protokoll alapján minden mozdulathoz hozzárendeltük az általa benedvesített régiót, így a kimaradó területe alapján következtethetünk az elmaradó vagy rosszul elvégzett mozdulatra (19. ábra). A kiértékelés során elsősorban a fertőtlenítésből kimaradó területeket vizsgáltuk. Az UV sugárzásban a bedörzsölésből kimaradó régió sötét foltként jelent meg. Ha egy régióban „foltot” vagyis „nem fertőtlenített” területet találtunk, akkor a régiót „hibaként” rögzítettük. Ezzel a módszerrel a kézhaton vagy a tenyéren maximálisan 13 hibát számolhattunk össze. A hiba elhelyezkedése alapján az eredményekből excel-táblát készítettünk, amely alapján a statisztikai elemzést végeztük el.

WHO 6 lépés protokollja	DOI:10.14755/SE.2017.2006	Művelet leírása	Melyik régiót nedvesíti?
1.		Dörzsölje össze a két tenyerét.	
2.		Dörzsölje a jobb tenyerét a bal kézfejéhez, majd a bal tenyerét a jobb kézfejére.	
3.		Dörzsölje össze a két tenyerét, az egyiket behajlított míg a másikat kinyújtott ujjakkal.	
4.		Dörzsölje az ujjak külső részét behajlítva az ellenkező tenyerébe.	
5.		Összezárt jobb kezével körkörösén dörzsölje a bal hüvelykujját és fordítva.	
6.		Dörzsölje összezárt jobb kezének ujjhegyeivel körkörös mozdulatokkal előre és hátra bal tenyerét, majd ugyanígy fordítva.	

19. ábra: A WHO 6-lépéses protokolljának mozzanatai során fertőtlenített területek ábrázolása a régiós felosztáson.

A kiértékelés folyamatát mutatjuk be a kézhátról készült felvételen keresztül a 20. ábra segítségével. A fertőtlenítésből kimaradt a hüvelykujj, az ujjvégek és a kézhát középső része, illetve a csukló fölötti terület. Az 18. ábra alapján a régiós felosztás szerint a 4 kimaradó ujjvég a 0-ás régióba tartozik, összesen 4 hibát eredményezve, a kézhát középső része a 7-es régió, a csukló feletti rész a 9-es, míg a hüvelykujj az 1-es régióba tartozik. Ezt rögzítettük a táblázatban.



Bal kézhát	
régió	hibák száma
0	4
1	1
2	0
3	0
4	0
5	0
6	0
7	1
8	0
9	1

20. ábra: UV sugárzásban látott eredménykép és a manuális kiértékelés során kapott excel táblázat.

A felmérésekben mind a kézhát, mind a tenyér kiértékelése közös táblázatba került, így az adatok statisztikai programok segítségével vizsgálható formában kerültek rögzítésre. A felmérés során minden mérésnél 4 felvétel készült, így a kutatás értekezésben tárgyalt részében több mint 8000 felvétel kiértékelését jelentette.

4.4 Mikrobiológiai vizsgálat a fluoreszcein próba validálására

Az Országos Epidemiológiai Központ 2010-ben kiadott módszertani levele alapján a kézfertőtlenítés hatásosságának ellenőrzésére két mód engedélyezett Magyarországon [27]:

1. A kezekről/alkarokról a fertőtlenítés megtörténte előtt, illetve után vett bakteriológiai mintavétellel (szilárd táptalajokra történő lenyomati mintákkal, tenyésztéssel, valamint a kitenyésztett telepkepző egységek számának értékelésével).
2. Ún. fluoreszcein próbával (fluoreszceint tartalmazó kézfertőtlenítő szerrel történő ún. próba-kézfertőtlenítés, majd UV-sugárzás alatt a kezeken/alkarokon a fertőtlenítőszer eloszlás egyenletességének vizsgálata).

A mikrobiológia mintavétel segítségével vizsgáltuk a „fluoreszcein módszer” által mutatott eredményt. A mérés elvégzését két lépcsőben valósítottuk meg:

1. „kézmodell” segítségével;
2. „teljes tenyér lenyomat” segítségével végzett mintavétellel.

A kézmodelles mérést azért választottuk, mert jelenleg nem alkalmaznak teljes tenyérrel készült mintavételt a napi gyakorlatban. Az elterjedt eljárás 3 ujjas lenyomat készítése standard (90 mm) átmérőjű a keresett baktérium tenyésztésére alkalmas összetételű táptalajra. A mérések elvégzésében, adatgyűjtésben és kiértékelésben segítségünkre voltak a Bethesda Kórház Mikrobiológia Laboratóriumának, Semmelweis Egyetem Orvosi Mikrobiológia Intézetének, valamint a Biolab Zrt. és az ACMIT Gmbh munkatársai.

A kézen fertőtlenített területek alapján szintén két méréstípust végeztünk el:

1. A régiós mérések, melyekben a 4.3 fejezetben leírt kézfelosztást követtük a fertőtlenítés során,
2. A kézre felvitt jelek és ábrák segítségével, melyben a speciális fertőtlenítőszerrel a kézre, illetve a kézmodellre ábrákat, jeleket fertőtlenítettünk.

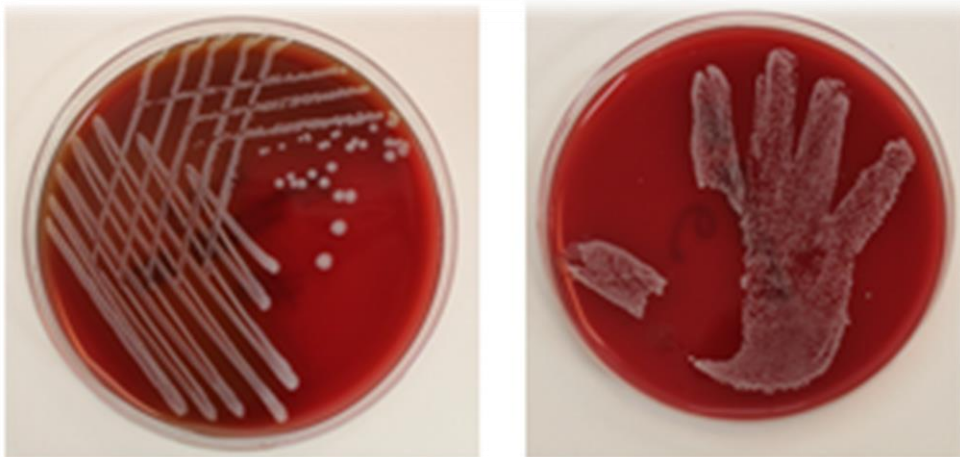
A mérés során az egészségügyi dolgozók kezének mikrobiológia szennyeződését modelleztük, célunk a teljesen szennyezett állapot megvalósítása volt. Ez egy idealizált állapot, mert homogén szennyezettség a kéz felszínén nehezen kialakuló állapot kórházi munkakörülmények között.

4.4.1 A baktériumtörzs és a táptalaj kiválasztása

Az előkészületek során ki kellett választani a megfelelő baktériumtörzset, amit a direkt fertőzésére használunk. A választás a *Staphylococcus epidermidis* Gramm-pozitív baktériumra esett, mert a kéz normál flórájának része és nem tekinthető közvetlen patogénnek. A kezet, illetve azt helyettesítő modell felszínének homogén szennyezettségét laboratóriumi körülmények között, ismert baktérium törzsszel végeztük. A *Staphylococcus epidermidis* tesztörzsből egységesen 0,5 McF koncentrációjú elegyet készítettünk, és ebbe mártottuk a szennyezni kívánt felületet.

A mérés kritériumai:

1. Az így kapott kéz a teljesen „beszennyezett állapotot” jelentette, vagyis a kézfelszín minden egyes pontján azonos szennyezettséget feltételeztünk.
2. A reziduális flóra számának csökkentése a kézfertőtlenítés feladata. A mikrobaszám csökkenésének a mértékét határozza meg a felvitt fertőtlenítőszer eloszlása a kézen [72], mely állítást a fluoreszceint tartalmazó kézfertőtlenítő szerre is érvényesnek tekintettük. A két méréstípust összesen 4 szakaszban valósítottuk meg 2013 őszétől 2016 tavaszáig. Ahhoz, hogy a befertőzött kézről jól kiértékelhető lenyomatot készítsünk, szükség volt megfelelő táptalajra. Tekintve, hogy a *Staphylococcus epidermidis* krétafehér telepeket képez, véres agar táptalajon a fehér telepek igen jól kivehetők, ezért ezt a táptalajt választottuk a kísérlet során (21. ábra).



21. ábra: A baktérium tesztörzs véres agaron és a mérés eredménye tenyésztés után.

4.4.2 A kézmodell elkészítése

A mérés során az egyik legnehezebb feladat a teljes tenyér befogadására alkalmas mintavevő eszköz megtervezése és legyártása volt. A kísérlet tervezésének szakaszában nem volt lehetőségünk az igényeinket kielégítő táptalaj beszerzésére, ezért a standard Petri csészés táptalajhoz alakítottuk ki a mérés menetét. Szükség volt egy az emberi kéz felszínének szimulálására alkalmas kézmodell előállítására. A kézmodell tervezése során elsődleges szempont volt, hogy a rajta megtapadó baktériumok szempontjából a lehető legjobban modellezze az emberi kezet, valamint, hogy megfelelő méretű legyen ahhoz, hogy egy Petri csészébe lenyomatot készíthessünk vele. A kézmodell vázának plexit választottuk, mert olcsó és könnyen megmunkálható. A kéz bőrének modellezésére pedig marhabőrt alkalmaztunk, hiszen a felületén a baktérium hasonlóan megtapadhatnak, mint az emberi bőrön. A kézmodell készítés lépéseit foglalja össze a 22. ábra.



22. ábra: A 8 cm-es kézmodell készítésének lépései: marhabőrből készített kézfelszín, plexi váz és az összeszerelt modell.

4.4.3 *Teljes tenyér lenyomat vételére alkalmas táptalaj készítése*

Standard eljárás a szakirodalomban nem lelhető fel a teljes tenyér lenyomat készítésére. A vizsgálatot két fázisban végeztük el, először 25x35 cm hőálló tálba öntött véres agar táptalajt alkalmaztunk, melybe két tenyér egyszerre belefért. A tenyér anatómiai adottsága miatt a tenyér középső részéről ezzel a módszerrel mintavétel nem végezhető. A táptalaj öntésében és a mikrobiológiai tenyésztésben a Semmelweis Egyetem Orvosi Mikrobiológiai Intézet munkatársai segítettek. A hőálló tálba készített táptalajt mutatja a 23. ábra.

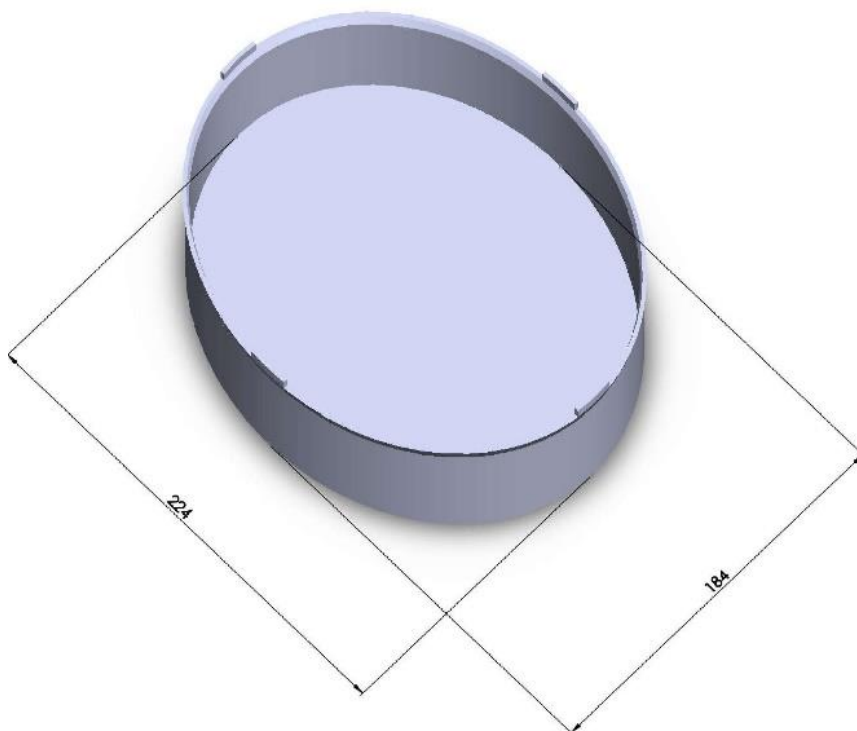


23. ábra: Hőálló tálba öntött véres agar táptalaj, mely alkalmas teljes tenyér mintavételre.

A kapott eredmények alapján fogalmazódott meg az igény egy olyan táptalaj kifejlesztésére mely alkalmas a teljes tenyér felületéről mintavételre.

A memóriahab-szivacsra öntött táptalaj kifejlesztése mellett döntöttük, mert a szivacs alkalmas a kéz formájának a követésére. A külső vázat 3D nyomtatóval nyomtattuk ki. A fejlesztésben Biolab Zrt. (Budapest, Magyarország), az ACMIT (Winer Neustadt, Ausztria) és a HandInScan Kft. (Debrecen, Magyarország) munkatársai voltak a

segítségünkre. A prototípusról készült felvételt mutatja 24. ábra. A táptalaj termékismertetője 2. számú mellékletként található.

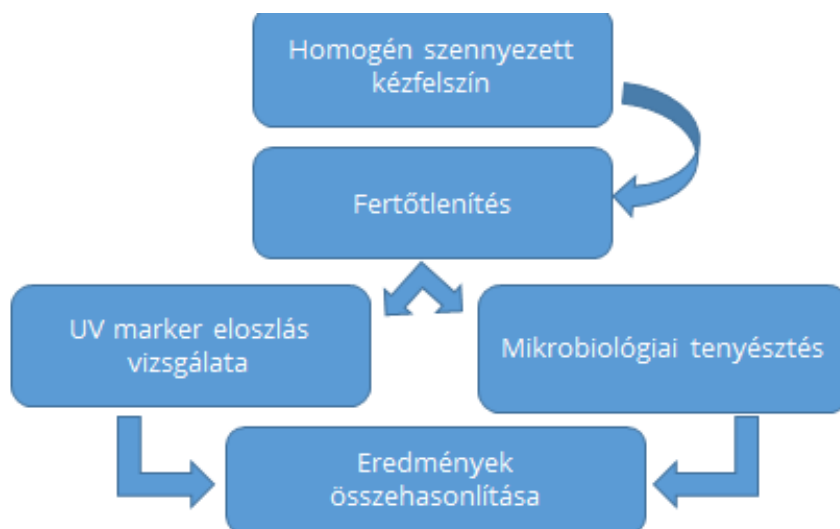


24. ábra: Teljes tenyér lenyomat vételére alkalmas táptalaj műszaki rajza és a *Staphylococcus epidermidis* szuszpenzióba mártott majd egy kör alakzat fertőtlenítése után vett mintavétel tenyésztésének eredménye.

4.4.4 Mikrobiológia mérés menete

- 1) A kéz felszínét fertőtlenítettük, a sebészi bemosakodás protokollját alapul véve választottuk az 5x1 perc behatási időt. (Kézmodell esetében is ugyanezt az elvet követtük.)
- 2) A kezet a 0,5 McF koncentrációjú *Staphylococcus epidermidis* tartalmazó baktérium szuszpenzióba kellett mártani. (Feltételezzük, hogy a baktériumok eloszlása egyenletes a szuszpenzióban és a kéz felületén is.)
- 3) Fluoreszceint tartalmazó speciális fertőtlenítőszerrel előre meghatározott területét fertőtlenítettük a kéznek. A következő lépés előtt fertőtlenítőszer behatási idejét megvártuk (0,5–1 perc).
- 4) A fluorezcein eloszlás láthatóvá tételére a Hand-in-Scan készüléket alkalmaztuk.
- 5) Lenyomatot készítettünk a kézről táptalajra, ügyelve, hogy a tenyér mindenhol hozzáérjen a táptalaj felszínéhez.
- 6) A mintákat termosztátban inkubáltuk 48 órán keresztül, a mikrobiológia tenyésztés protokolljának megfelelően.
- 7) Az inkubálási idő letelte után lefényképeztük a kitenyészett telepeket.
- 8) Végül az UV sugárzásban készített digitális felvétel eredményét és a mikrobiológiai tenyésztés összevetését, illetve vizuális kiértékelését végeztük el.

A 25. ábra mutatja a mikrobiológiai mérés folyamatát:



25. ábra: Mikrobiológia mérés folyamatábrája.

4.4.5 Az eredmények kiértékelése

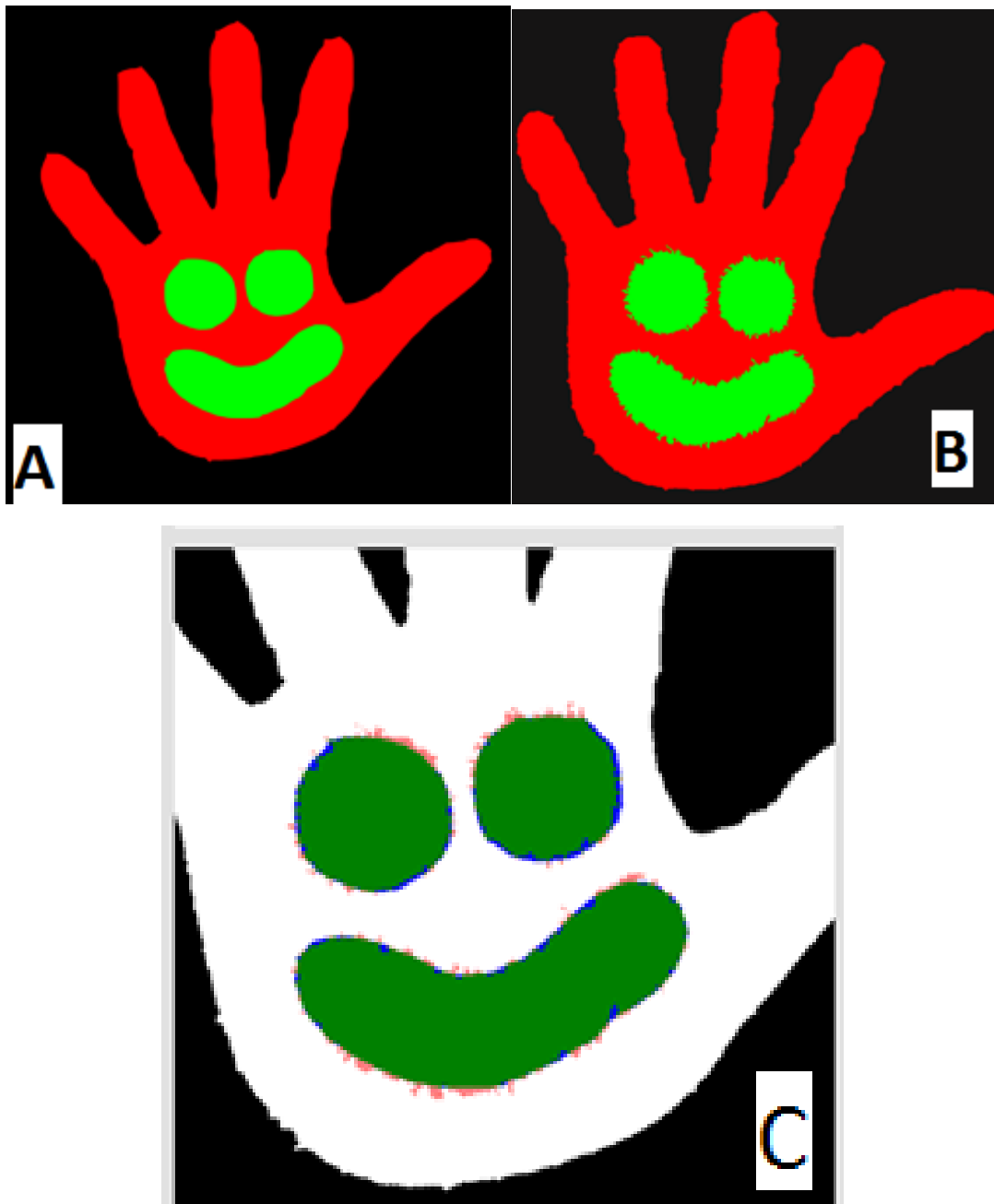
A baktérium szuszpenzióba mártott majd a speciális UV adalékkal kevert fertőtlenítőszerrel bedörzsölt kézmodellt először a Hand-in-Scan készülékbe helyeztük és felvételt készítettünk UV sugárzásban, majd a kézmodellt véres agar táptalajra helyeztük és a felszínét egyenletes erővel a táptalajhoz nyomtuk. Az UV sugárzásban készült eredményképet és a tenyésztés eredményéről készült eredményképet mutatja a 26. ábra.



26. ábra: A homogéneen szennyezett, majd egy részén fertőtlenített kézmodellről készült digitális felvétel, (A) az UV sugárzásban, így látható az UV marker eloszlás, (B) felvételen a mikrobiológia tenyésztés eredménye, melyen a fertőtlenített területeken nem tenyészttek ki a telepek.

A két eredményképet ezután a számítógépes képfeldolgozás segítségével hasonlítottuk össze. A Hand-in-Scan berendezés által használt képfeldolgozó algoritmust alkalmaztuk. Az UV sugárzásban kapott eredménykép és a mikrobiológiai tenyésztés eredményképének digitális kiértékelését mutatja 27. ábra. Ezután merev regisztrációt végeztünk a két kép között, mely során a képpontokat illesztettük. Mindkét felvétel ugyanazon kézmodellről készült, így a képen látható objektum teljes területe megegyezik ($24,2 \text{ cm}^2$). A széleket egyeztetve az egyes képpontokat egyenként megfeleltettük egymásnak, így megkaptuk a valódi pozitív képpontok számát, vagyis azokat a képpontokat, ahol UV marker található és a táptalajon nem látható telep azon a képponton, a valódi negatívokat, ahol az UV-ben nem látható marker és a táptalajon is baktérium telepekkel fedett képpontként jelentkezik, illetve az álpozitív képpontokat, melyeknél az UV sugárzásban készült képen UV marker látható és a mikrobiológia tenyésztésnél mégis teleppel fedett eredményt hozott. A teljes területen megszámlált VP

(valódi pozitív) ÁN (álnegatív) és ÁP (álpozitív) VN (valódi negatív) képpontok alapján meghatároztuk a fluoreszcein próba specifikitását és a szenzitivitását.



27. ábra: Az (A) felvételen az UV sugárzásban készített eredménykép digitális kiértékelése, a (B) felvételen a mikrobiológia tenyésztés eredményének digitális képfeldolgozás során kapott eredménye látható, a (C) felvétel a két ábra (A és B ábra) képpontjainak megfeleltetését mutatja, zöld színnel a valódi pozitív képpontokat ábrázoltuk, kék szín az álpozitív, a piros képpontok az álnegatív területeket mutatják.

4.5 Orvostanhallgatók kézhigiénés technikájának felmérése (egyszeri felmérés)

Az egészségügyi személyzet közül az orvostanhallgatók képviselték az első célcsoportot a kutatásban, ugyanis a szemlélet megváltoztatását a következő generációkra alapozva kell megkezdeni. Az orvosok körében tapasztalt elégtelen kézhigiénés helyzet gyökerét az oktatásban kell keresni. Ennek bizonyítéka, hogy a nosocomiális fertőzésekről az egészségügy más területein képzett hallgatókkal szemben kevesebb ismerettel rendelkeztek a megkérdezett orvostanhallgatók [13,73-76], a hallgatóknak nincs pontos ismeretük az alkoholos fertőtlenítőszer használatáról, a kesztyű használatra vonatkozó előírásokról [13,73,77-79], és az egyetemi évek alatt az orvostanhallgatók 1/3-a fertőtleníti a kezét két beteg vizsgálata között [80], a kórteremi esetbemutatás során is csak a hallgatók fele végez kézfertőtlenítést [81]. A helyzet magyarázatként szolgálhat a mikrobiológiai és járványtani ismeretek nélkül, túl korán oktatott kézhigiénés alapok nem adnak lehetőséget a kórházi fertőzések és a kézfertőtlenítés összefüggésének megértésére, így alakulhat ki a diákokban a másodlagos fontosság érzése a kézhigiénével szemben [82,83].

A Sebészeti műtétan tárgy (Semmelweis Egyetem) keretén belül a 3. éves hallgatók egy féléves tárgyként, heti egy óra tantermi előadással és kéthetente végzett három óra gyakorlattal sajátítják el a sebészet alapjait. A gyakorlatok része a műtői viselkedés szabályainak megismerése, a sebészi eszközök és a legfontosabb műtéttechnikai fogások begyakorlása. Az első gyakorlat része a műtői környezettel való megismerkedés, a műtőben elvárt viselkedés elsajátítása. A bemosakodás oktatása egy kisfilm segítségével történik, ezután pedig a gyakorlatot vezető felügyelete mellett gyakorlati oktatás következik, mely során 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 ezen

számítógépes módszer segítségével, mely során a leggyakrabban kimaradó területeket vizsgálják. Retrospektív kiértékelés során a készülék által mentett képeket értékeltük ki, összehasonlítva az automatikus kiértékelés eredményével. A kapott eredményt a 4.3 fejezetben leírtak alapján rögzítettük.

4.6 Egészségügyi dolgozók kézhigiénés technikájának felmérése (követéses vizsgálat)

A vizsgálathoz 3 kórház 9 osztálya csatlakozott. A felmérés 2013. októberétől 2014. augusztusáig végeztük. A kórházak önkéntes alapon csatlakozhattak a felméréshez egy-egy osztályon a készülék 2–6 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. Az első napon a főnőverek megkapták a kérdőíveket, a jogi nyilatkozatokat és az azonosításra szolgáló RFID kártyákat. A dolgozók csatlakozása önkéntes alapon történt, név nélkül, a jogi nyilatkozat aláírása után. A felmérésben először a dolgozók adatait rögzítettük kérdőív segítségével, az azonosítást a kérdőív sorszámával és az azonos sorszámú RFID kártya segítségével végeztük. A következő adatokat rögzítettük: nem, életkor (10 éves bontásban), beosztás, egészségügyben eltöltött idő, domináns kéz (1-es számú melléklet). 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 tenyérrel, majd mindkét kézhátról készült felvétel. Ezután a készülék készenléti állapotba került, újabb mérésre csak a következő dolgozó RFID kártyájának segítségével kerülhetett sor. Minden résztvevő naponta egy alkalommal használhatta a készüléket, ha több használat történt, akkor csak az első használatkor kapott eredményt vettük figyelembe.

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 kiértékeljük, 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 4.3 fejezetben leírt módon.

A követéses vizsgálat lehetőséget adott a dolgozók tanulási folyamatának megfigyelésére. Erre a megfigyelésre a hibaarányt definiáltuk, amely az adott mérésben résztvevő összes dolgozó kezén kimaradó területek számának és a mérésben résztvevő dolgozók számának a hányadosa. A gyakorlatban ez azt jelenti, hogy ha az első mérésben 20 dolgozó vett részt, és a kezeken összesen 40 kimaradó területet találtunk, akkor a hibaarány 2, vagyis a felmérésben átlagosan minden dolgozó 2 kimaradó területtel fertőtlenítette a kezét.

4.6.1.1 A követéses vizsgálat eredményének statisztikai módszerrel történő kiértékelése

Kiindulási adatként rendelkezésre állt a kimaradó területek száma annak függvényében, hogy az egészségügyi dolgozó hányadik kézfertőtlenítéséből származik. Arra a kérdésre kerestük a választ, hogy hogyan változik a bedörzsölés során kimaradó területek száma a készülék használat során, ezt a görbét kellett a mérések alapján modellezni, a probléma jellemzőire tekintettel lévő statisztikai módszerrel.

E jellemzők közül legfontosabb a mérések intra-individuális korrelációja: ugyanazon dolgozók különböző időpontbeli mérései várhatóan hasonlítani fognak egymásra (aki eleve jobban fertőtlenítette a kezét, várhatóan a magasabb számú mérés során is jobb eredményt fog elérni és fordítva). Az egyes megfigyelések tehát nem függetlenek egymástól, emiatt nem lehet egyszerűen egy regressziós modellt alkotni, melyben a kimaradó területek száma az eredményváltozó, a kézfertőtlenítés sorszáma pedig a magyarázó változó. Tekintettel kell tehát lenni arra a klaszterezésre, amit az ugyanazon dolgozóhoz tartozó különböző mérések jelentenek.

A módszertani irodalomban e probléma kezelésére alapvetően két eljárást írtak le. Az egyik a kevert hatású modellek alkalmazása [84], melyben feltételezzük, hogy valamely modell-paraméter (például lineáris modellnél jellemzően a tengelymetszet, esetleg a tengelymetszet és a meredekség is) alanyonként csoportosított random hatás. A másik megközelítés az általánosított becslő egyenletek (generalized estimating equations – GEE) módszere [85]. Ez nagyban hasonlít az általánosított lineáris modellre, ám nem tesz eloszlási feltevést az adatokra, és a korrelációs struktúrát robusztus módon becsüli meg. A különbség a két eljárás között, hogy kevert hatású modellek feltételes modellek, míg a GEE ún. marginális modell, és ilyen módon az általa szolgáltatott eredményeknek

közvetlen „sokasági átlag” interpretációjuk van [86]. Mivel ez jobban megfelelt a mi mostani céljainknak – nem az egyes alanyokra akartunk következtetni – így a feladat megoldásához GEE-t használtunk.

A GEE modellezésben meg kell még határoznunk a felhasznált korrelációs struktúra jellegét, mi most az ún. exchangeable struktúrát használtuk, ami azt jelenti, hogy azt feltételeztük, hogy bármely két megfigyelés – bármely két időpontbeli mérés – között ugyanakkora a korreláció.

A másik, hogy az eredmény-változónk – a kimaradó területek száma – nem folytonos: lehet 1 vagy 2, de nem lehet 1,5. Az ilyen darabszám jellegű adatok legtipikusabb modellezési módszere, hogy feltételezzük, hogy az eloszlásuk Poisson, és modellt a paraméter logaritmusára adunk [87]. Referenciának az első kézfertőtlenítést választottuk, így tehát eredményeink azt mutatják meg, hogy az adott ismétlésszám esetén a hibázás rátája hogyan viszonyul a legelsőnél tapasztaltnak.

A modellünkben nem feltételeztünk semmilyen függvényformát (tehát pl. hogy a hibázási ráta lineárisan változna az ismétlések számával), hanem minden ismétlésszámra egy saját paramétert becsültünk. Ilyen módon egy teljesen nem-parametrikus modellt hoztunk létre, mely bármilyen alakot fel tud venni (gyengébb becslések és hiányzó összefoglaló paraméterek árán).

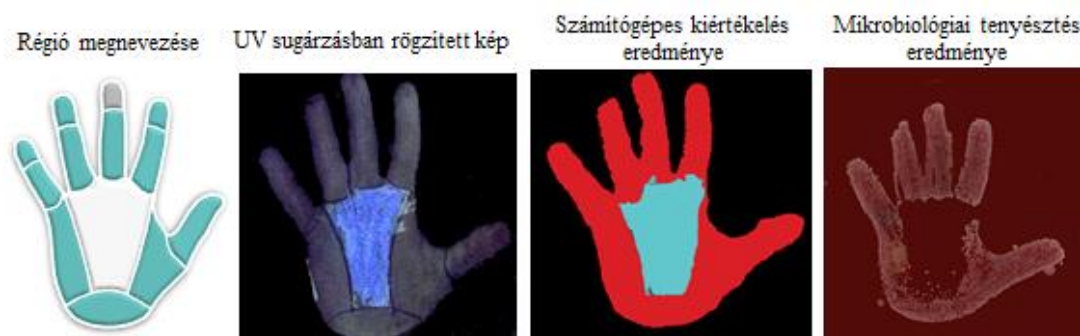
A modellezéshez az hatnál nagyobb sorszámú ismétléseket egybevitük, mert az ilyen hosszú sorozatok száma már nagyon alacsony volt. A feladat megoldását R programcsomag (2.15.0 verzió, The R Foundation for Statistical Computing, Bécs, Ausztria, www.r-project.org) alatt végeztük el, geepack könyvtár használatával [88].

5 Eredmények

5.1 Mikrobiológiai vizsgálat

5.1.1 Kézmodell segítségével végzett mérések

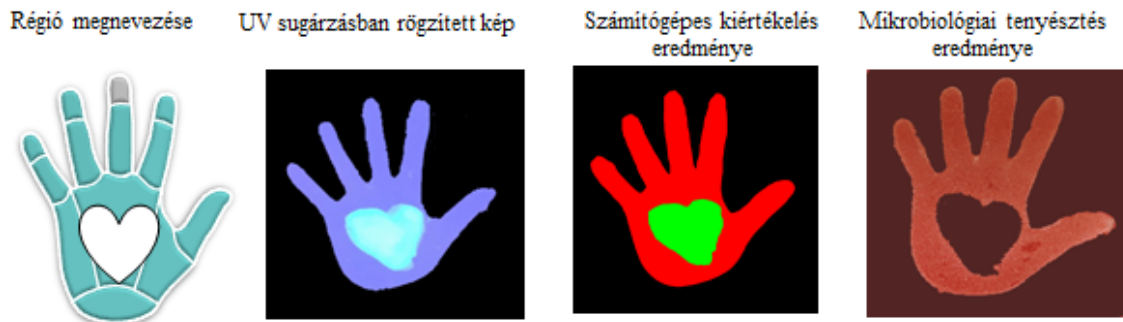
Az első vizsgálatban a MRE Bethesda Gyermekkorház munkatársai voltak a segítségünkre. A kivitelezés során a régiós felosztást követtük és a 4.4.2 fejezetben leírt kézmodellt használtuk. Minden régióra végeztünk mérést, összesen 9 tenyésztést kaptunk végeredményként. A mérés során először a megfelelő koncentrációt kerestük, több hígítási koncentrációt vizsgáltunk 0,2-0,8 McF hígítási sorral. A 48 órás tenyésztési eredmények alapján a 0,5 McF koncentrációt választottuk a további vizsgálatok alapjául. A 7. régió mikrobiológia szennyezését követően végzett fertőtlenítésnek az eredményét mutatja a 28. ábra.



28. ábra: 2013-ban a Bethesda Gyermekkorház Mikrobiológia Laboratóriumában végzett mikrobiológia vizsgálat eredménye. Az első képen a vizsgált régiót ábrázoltuk. A második kép az UV markert tartalmazó fertőtlenítőszerrel végzett bedörzsölés eredményét mutatja UV-A sugárzásban. A harmadik felvétel a Hand-in-Scan rendszer képfeldolgozó szoftvere által végzett kiértékelést mutatja. A negyedik felvételen a mikrobiológia tenyésztés eredményéről készült digitális felvétel látható.

Az MRE Bethesda Gyermekkorházban végzett vizsgálatok eredményét felhasználtuk a további mérések során. A kézhigiénés technika vizsgálatára szolgáló UV markert tartalmazó fertőtlenítőszerrel végzett kézfertőtlenítési eljárás vagyis a fluoreszcein próba validálására felhasznált méréseket 2015. decemberében a Semmelweis Egyetem Orvosi Mikrobiológiai Intézetben végeztük el. A vizsgálatokat kézmodell segítségével folytattuk le, azonban a kézmodell felszínére jeleket és ábrákat rajzoltunk. Ezt a megoldást azért választottuk, mert így a határok jól kirajzolódnak, pontosan detektálható a határ a mikrobiológia tenyésztés eredményén is. Ha egy ujjat fertőtlenítünk a kéz felszínén, akkor a fertőtlenített terület határa a mikrobiológia tenyésztésről készült képen nehezen illeszthető az UV sugárzásban készült felvételen kirajzolódó területtel. Összesen 25

mérést végeztünk. A 24. mérés során a kézfelszínre egy szív formát rajzoltunk, az eredményét mutatja a 29. ábra.



29. ábra: 2015-ben a Semmelweis Egyetem Orvosi Mikrobiológia Intézetében végzett mikrobiológia vizsgálat eredménye. Az első képen a szabad kézzel rajzolt ábrát mutatjuk. A második kép az UV markert tartalmazó fertőtlenítőszerrel végzett bedörzsölés eredményét mutatja UV-A sugárzásban. A harmadik felvétel a Hand-in-Scan rendszer képfeldolgozó szoftvere által végzett kiértékelést mutatja. A negyedik felvételen a mikrobiológia tenyésztés eredményéről készült digitális felvétel látható.

A 25 mérés eredményét foglaltuk össze a 3. táblázatban. Az UV sugárzásban kapott eredményképet és a mikrobiológia tenyésztés eredményéről készült digitális felvételt a 4.4.5. fejezetben leírt módon képpontonként hasonlítottuk össze számítógépes képfeldolgozás segítségével. Eredményként megkaptuk a valódi pozitív, álnegatív és álpozitív eredményt mutató képpontok számát, melyek segítségével számítható a teszt specificitása és a szenzitivitása is. Az eredmények alapján a minimális szenzitivitás 86,7%, a specificitás 92,6% értéket kaptunk. A maximális érték 98,5% a szenzitivitásra, 99,9% a specificitásra. A vizsgálatokat teljes tenyér lenyomat készítésével tervezzük folytatni, így a közeljövőben nagyobb vizsgálati mintaszámmal alátámasztva pontosítjuk a fluoreszcein próba pontosságára vonatkozó eredményeinket.

3. táblázat: 2015-ben a Semmelweis Egyetem Orvosi Mikrobiológia Intézetében végzett mikrobiológia vizsgálat eredménye. Az 1. oszlopban a kézfelszínre rajzolt jelet vagy ábrát mutatja. A 2-5. oszlopokban az UV sugárzásban kapott eredménykép és a mikrobiológia tenyésztés eredményéről készített felvételének számítógépes képfeldolgozás során kapott eredményének összehasonlításából származó eredmények láthatók. A 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
Összesen	931429	48269	78945	3941357	95,1	98,0
Átlag ± Szórás					95,1±3,0	98,0±1,8
Medián (CI 95%)					95,5 (94,4–96,6)	98,8 (97,9–99,6)

5.1.2 Teljes tenyér lenyomat segítségével végzett mérések

A régiós felosztás vizsgálatának részeként végeztük el a teljes tenyér felszínének mikrobiológiai mintavételezését. Sajnos a megfelelő táptalaj beszerzése nehézkesnek bizonyult, így végül egyedi megoldást választottunk, melyet a 3.4.3 fejezetben részleteztünk. A táptalaj öntését és a laboratóriumi háttérrel a Semmelweis Egyetem Orvosi Mikrobiológia Tanszékének munkatársai biztosították. A sík felszínű táptalajnál a tenyér középső része nem érintkezik a felszínnel, így ez a módszer alkalmatlan a tenyér középső 7-es régiójának vizsgálatára. A nem érintkező felszín miatt ez a módszer nem alkalmas a fluoreszcein próba pontos vizsgálatára. Az 5. régió vizsgálatát mutatja a 30. ábra.



30. ábra: Semmelweis Egyetem Orvosi Mikrobiológia Intézetében végzett mikrobiológia vizsgálat eredménye. Az első képen a régiót mutatjuk. A második kép az UV markert tartalmazó fertőtlenítőszerezelt végzett bedörzsölés eredményét mutatja UV-A sugárzásban. A harmadik felvétel a Hand-In-Scan rendszer képfeldolgozó szoftvere által végzett kiértékelést mutatja. A negyedik felvételen a mikrobiológia tenyésztés eredményéről készült digitális felvétel látható.

A mérés során tapasztalt igények alapján kezdtük meg a teljes tenyér lenyomat vizsgálatára alkalmas mintavevő eszköz tervezését. A műszaki paramétereket a 4.4.3 fejezetben részleteztük. A 3D nyomtatott mintavevő formát memóriahabra öntött táptalajjal töltötték fel a Biolab Zrt. munkatársai. A részletes paramétereket a 2-es számú mellékletben a táptalaj adatlapja tartalmazza. Az első mérések kedvező eredményét hozták, a teljes kézfelszín mintázható ezzel az eljárással. A kézre rajzolt jelekkel vizsgáltuk a táptalajt, melynek eredményét mutatja a 31. ábra. A közeljövőben a megkezdett vizsgálatokat folytatni kívánjuk és a nagyobb mintaszámmal igazolni a fluoreszcein próba pontosságára kapott eredményeket.

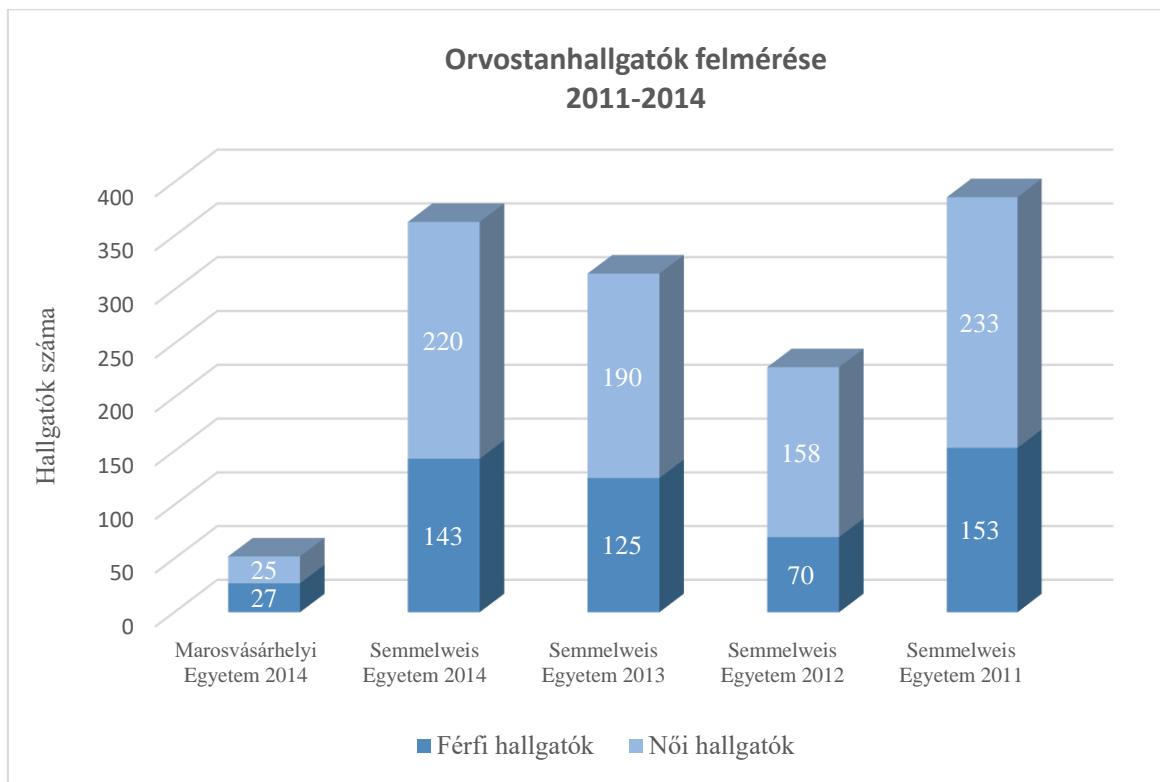


31. ábra: Biolab Zrt. Mikrobiológia Laboratóriumában végzett mikrobiológia vizsgálat eredménye. Az első képen a szabad kézzel rajzolt ábrát mutatjuk. A második kép az UV markert tartalmazó fertőtlenítőszerrel végzett bedörzsölés eredményét mutatja UV-A sugárzásban. A harmadik felvétel a Hand-In-Scan rendszer képfeldolgozó szoftvere által végzett kiértékelést mutatja. A negyedik felvételen a mikrobiológia tenyésztés eredményéről készült digitális felvétel látható.

5.2 Orvostanhallgatók kézhigiénés technikájának felmérése (egyszeri mérés)

5.2.1 Populáció jellemzése

A felmérésben 1344 diák vett részt, (518 férfi, 826 nő), melyhez a Semmelweis Egyetem hallgatói mellett a Marosvásárhelyi Orvosi és Gyógyszerészeti Egyetem (MOGYE) orvostanhallgatói közül 52-en csatlakoztak 2014-ben. A résztvevők évfolyamonkénti megoszlását mutatja a 32. ábra.



32. ábra: A felmérésben résztvevő orvostanhallgatók számának nemek szerinti bontása 2011–2014 időszakra.

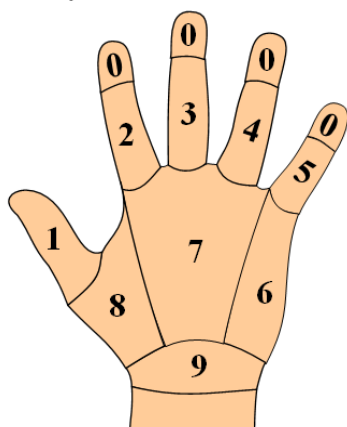
A hallgatók adatainak gyűjtéséhez a klinikai felmérésben kidolgozott kérdőívet használtuk (1-es számú melléklet). A populáció elemzésénél az életkort nem vizsgáltuk, egységesnek tekintettük, és közös ismérvként harmadéves orvostanhallgatóként jelöltük meg. Rögzítésre kerülő adat még a hallgató neve és a domináns kéz, a felmérés klinikai szakaszában rögzített egészségügyben eltöltött időt nem vizsgáltuk. A mérés során a Hand-in-Scan készülék által generált azonosítószámot vezettük rá a kérdőívre, így lehetett összerendelni a mérés eredményét a kérdőívben rögzített adatokkal.

5.2.2 A kézfertőtlenítés során kimaradó területek elhelyezkedés szerinti jellemzése

A kiértékelés folyamatát 4.3 fejezetben bemutatott módon végeztük. A kapott eredményeket az 4. táblázatban foglaltuk össze.

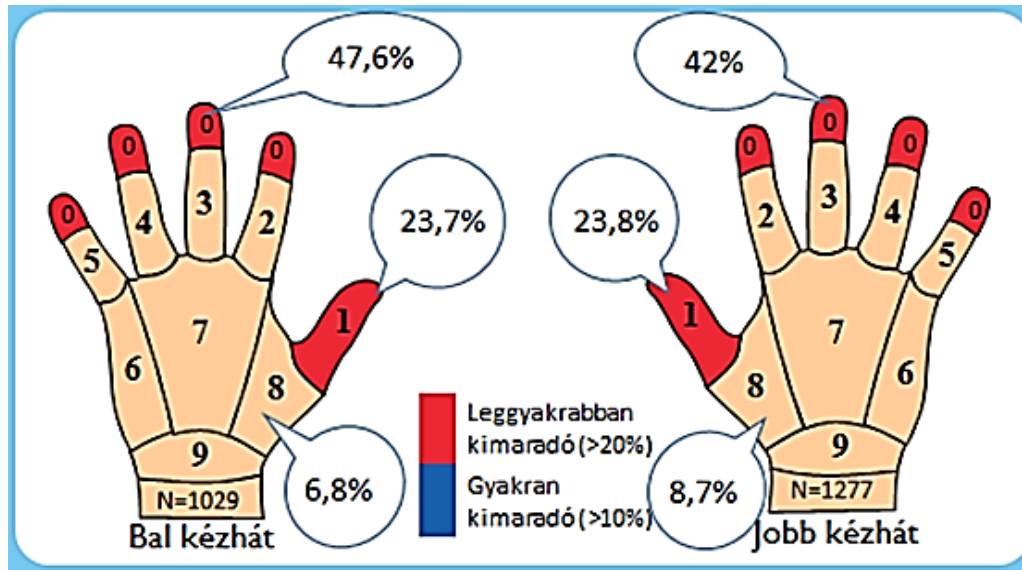
A tenyér oldalon 9 kimaradó területet fordult elő. A bedörzsölés első lépéseként alkalmazott tenyér-tenyér mozdulat során megfelelő mennyiségű fertőtlenítőszer került a felületre, melyet egyenletesen visznek fel. A kézháton összesen 2306 kimaradó területet számoltunk meg. A jobb kézen 1277, a bal kézen 1029 a kimaradó területek száma.

4. táblázat: Orvostanhallgatók 2011–2014 közötti felmérésének eredménye a fertőtlenítés során kihagyott területek alapján.



Régió megnevezése:	Kimaradó területek 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%)
összesen:	1029	1277

Mindkét kézháton hasonló eredményt láthatunk a leggyakrabban kimaradó területek százalékos arányában, a leggyakrabban kimaradó részek az ujjvégek (0-ás régió), majd a hüvelykujj (1-es régió) és a kézhát hüvelykujj felé eső része, mely a kézhát kb. 1/3 területe (8-as régió). Az ujjvégek adják a hibák legnagyobb részét, a bal kézen az összes hiba 47,61%-a, míg jobb kézen a 43,76%-a. A WHO protokollja alapján a legutolsó lépésben történik az ujjvégek bedörzsölése (6. lépés). A kapott eredmények alapján kimondható, hogy ez a lépés nem tölti be a funkcióját, mely vagy a helytelen kivitelezés következménye, vagy pedig addigra már nem marad elegendő mennyiségű fertőtlenítőszer a tenyér felületén, amely képes lenne nedvesíteni az ujjak végét.



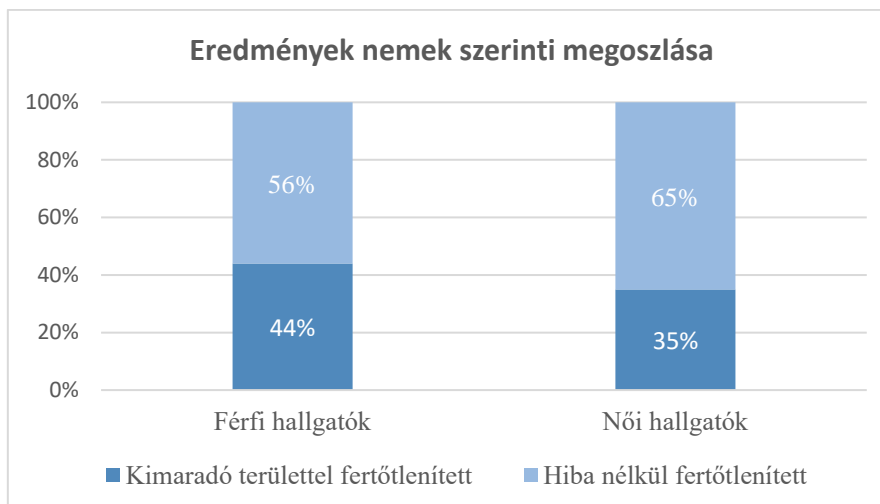
33. ábra: A Semmelweis Egyetem harmadéves és a Marosvásárhelyi Egyetemről résztvevő összesen 1344 orvostanhallgató 2011–2014 közötti sebészi bemosakodás utolsó fázisaként fluoreszcein próbával végzett felmérés eredménye a fertőtlenítés során kihagyott területek alapján.

A 33. ábra foglalja össze a leggyakrabban kimaradó területeket. Az ujjak végét (0-ás régió) a hüvelykujj követi (1-es régió), az összes hiba 23,88%-át adva a jobb kézen, a balkézen 23,71%-át. A következő terület a kézhát hüvelykujj felüli része, esetünkben a 8-as régió. Itt található az összes hiba 6,8%-a a bal, 8,77%-a pedig a jobb kézen.

A bedörzsölés 5. lépéseként a tenyérrel átfogott hüvelykujj felszínére visszük fel a fertőtlenítőszer (1-es régió) és egyben a másik kéz kinyújtott hüvelykujjával a kézhát kb. 1/3-át tudjuk bedörzsölni. Ennek a mozdulatnak a szabályos kivitelezése gyakorlást igényel, ezzel magyarázható a felmérés eredménye. Azonos lépés során történik a két terület bedörzsölése, ezért várható, hogy a két területen kapott eredmény nem független egymástól. Az 1344 hallgató közül 177 hagyta ki mindkét kezén a hüvelykujját és 44 diáknak mindkét kézhátán kimaradt a hüvelykujj felüli része is.

5.2.3 A kimaradó területek nemek szerinti osztályozása

A nemek összehasonlítását a kimaradó területtel fertőtlenítők csoportjával kezdjük. A kapott eredmények alapján kimondható, hogy a nőknél (N=826) 35,47%, a férfiak (N=518) esetében 44% a nem megfelelően teljesítők aránya (34. ábra, 5. táblázat). Az eredmények hasonlóak a Debreceni Egyetemen folytatott, orvostanhallgatók sebészi bemosakodásának elsajátítását vizsgáló felmérésben kapott 2015-ös eredményekkel [89]. Külön vizsgáltuk azt az esetet is, amikor mindkét kezén maradt ki terület, a nők esetében ez az arány 22,8%, a férfiaknál 31,7%.



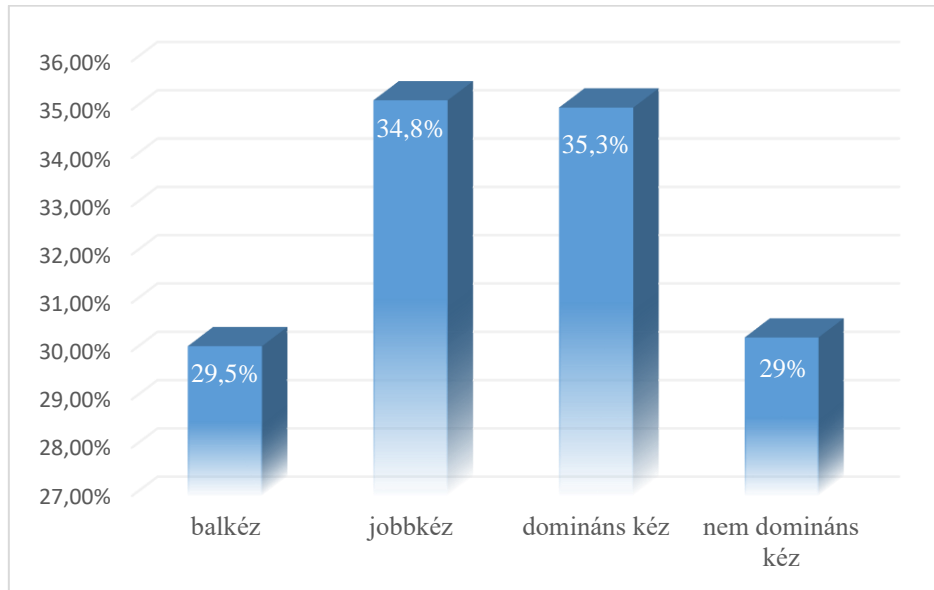
34. ábra: 1344 orvostanhallgató (826 nő, 518 férfi) kézfertőtlenítésének eredményét nemek szerinti bontásban mutatja a grafikon, kimaradó területtel, vagyis hibával illetve hiba nélkül fertőtlenítők csoportjára bontva a résztvevőket az eredményük alapján.

5. táblázat: 1344 orvostanhallgató (826 nő, 518 férfi) kézfertőtlenítésének eredményét nemek szerinti bontásban mutatja a táblázat.

	Hibázók száma	Bal kézen hibázók	Jobb kézen hibázók	Mindkét kézen hibázók	Csak a balkézen hibázók	Csak a jobb kézen hibázók
Férfiak	229 (44%)	186 (34,9%)	210 (40,2%)	167 (31,7%)	19 (3,6%)	43 (8,3%)
Nők	293 (34,9%)	219 (26,2%)	263 (31,5%)	189 (22,8%)	30 (3,6%)	74 (8,9%)

A nemek közötti kb. 10%-os különbség kimutatható a bal kézen hibázók arányában (kb. 9%) és a jobb kézen hibázók (kb. 8%) esetében is. Irodalmi adatokat nézve, nemcsak a kézfertőtlenítés minőségében, de a compliance esetében is a nők jobb eredményt érnek el az azonos munkakörben dolgozó egészségügyi személyzetnél [90,91], például a betegevizsgálat utáni kézfertőtlenítésnél a nők 34%-kal jobb eredményt értek el [92]. Ez a különbség a nemek kézmosáshoz való hozzáállásával is magyarázható, a nem egészségügyi személyzetet vizsgálva a WC használata után a nők kb. 10%-kal nagyobb arányban mosnak kezet [93-95].

5.2.4 Kimaradó területek domináns kéz szerinti vizsgálata



35. ábra: Jobb és bal, domináns és nem domináns kézen hibázók arányát mutatja a grafikon. Az 1344 hallgató közül 405 hibázott a balkezén, a jobbkezén 473. A domináns kézen 471, a nem domináns kéz fertőtlenítésénél 407 hallgató hibázott.

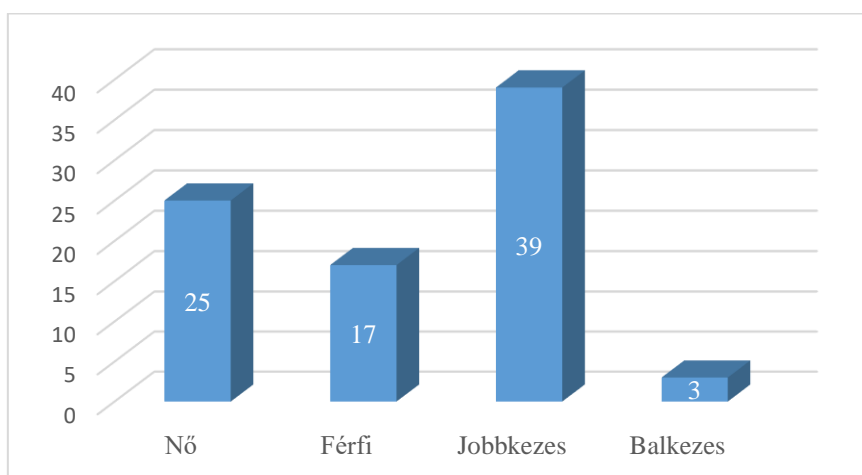
A felmérésben résztvevő hallgatók 90%-a jobbkezes volt, ez az arány megfelel a populációban várható aránynak [96]. Az oldalak szerint vizsgálva a diákok 29,5%-a hibázott a bal kezén, míg a másik kézen ez az arány 34,8%. Ez a különbség szignifikáns, (405/1344 és 473/1344), ($p=0,00586 < 0,01$). A kezek dominanciája alapján ez 35,3% a domináns kézen hibázók aránya, a nem domináns kézen 29%. A különbség szignifikáns (407/1344 és 471/1344), ($p=0,00957 < 0,01$) (35. ábra). Az eredmény azzal magyarázható, hogy a domináns kezünkkel precízebben tudjuk végrehajtani a feladatokat, így a bedörzsölést is. Az 6. táblázat foglalja össze a kimaradó területek arányát a kezek dominanciája és a hallgató nemének figyelembevételével.

6. táblázat: Semmelweis Egyetem harmadéves és a Marosvásárhelyi Egyetemről résztvevő összesen 1344 orvostanhallgató 2011–2014 közötti sebészi bemosakodás utolsó fázisaként fluoreszcein próbával végzett felmérés eredményét összefoglaló táblázat.

Kimaradó területek eloszlása:	Arány (Konfidencia Intervallum 95%)	p érték
Nem domináns kéz	29,0% (27–31%)	< 0,001
Domináns kéz	35,3% (33–38%)	
Bal kéz	29,5% (27–32%)	< 0,004
Jobb kéz	34,8% (32–37%)	
Nem domináns kéz (férfi hallgatók esetén)	34,0% (30–38%)	< 0,002
Nem domináns kéz (női hallgatók esetén)	25,9% (23–29%)	
Domináns kéz (férfi hallgatók esetén)	40,9% (37–45%)	< 0,001
Domináns kéz (női hallgatók esetén)	31,8% (29–35%)	
Bal kéz (férfi hallgatók esetén)	34,9% (31–39%)	< 0,001
Bal kéz (női hallgatók esetén)	26,2% (23–29%)	
Jobb kéz (férfi hallgatók esetén)	40,2% (36–44%)	< 0,002
Jobb kéz (női hallgatók esetén)	31,5% (28–35%)	
Mindkét kéz (férfi hallgatók esetén)	31,7% (28–36%)	< 0,001
Mindkét kéz (női hallgatók esetén)	22,8% (20–26%)	
Bármelyik kéz (férfiak)	43,4% (39–48%)	= 0,002
Bármelyik kéz (nők)	34,9% (32–38%)	
Domináns kéz ujjai	20,8% (19–23%)	> 0,26
Nem domináns kéz ujjai	19,0% (17–21%)	
Domináns kéz hüvelykujj	22,5% (20–25%)	< 0,003
Nem domináns kéz hüvelykujj	17,7% (16–20%)	
Domináns kéz kézhát része	10,8% (9–13%)	< 0,002
Nem domináns kéz kézhát része	7,2% (6–9%)	

5.2.5 A sebészi bemosakodás vizsgálata a Semmelweis Egyetemen

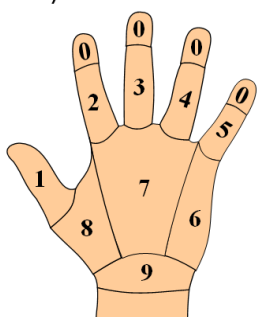
A kutatás során a sebészi bemosakodás utolsó fázisaként használták a hallgatók az UV adalékkal kevert fertőtlenítőszert. A sebészi bemosakodás során az 5x1 perc bedörzsölési idő alatt a teljes kézflóra elpusztítása a cél. Minden fázisban a teljes kézfelszín bedörzsölése során érhető el ez a hatás. 2016. szeptemberében 42 hallgató bevonásával elvégeztük a teljes sebészi bedörzsölésre vonatkozó mérést. A hallgatók mind az 5 fázisban UV adalékkal ellátott fertőtlenítőszert használtak. A populáció jellemzőit mutatja a 36. ábra.



36. ábra: 2016-ban elvégzett 42 hallgató bevonásával végzett mérésben résztvevő hallgatók populációs adatai.

A 42 hallgatóból az 5x1perc bedörzsölés után 9 hallgatónál találtunk kimaradó területet a kéz felszínén. Az összes kimaradó terület száma 17 (7. táblázat). A nemek alapján a 9 hibából 6 férfi és 3 női hallgató kezén maradt fertőtlenítetlen terület.

7. táblázat: 2016-ban 42 hallgató bevonásával végzett felmérés eredménye a fertőtlenítés során kihagyott területek alapján.



Régió megnevezése:	Hibák száma:	
	bal kéz	jobb kéz
0	0	1 (9%)
1	6 (100%)	9 (82%)
8	0	1 (9%)
összesen:	6	11

5.3 Egészségügyi dolgozók kézhigiénés technikájának felmérése (követéses vizsgálat)

5.3.1 MRE Bethesda Kórház Budapest

5.3.1.1 A felmérésben résztvevő dolgozók jellemzése

A felmérés időpontja 2013. októbertől 2014. júniusáig terjedt (8. táblázat). A résztvevő 68 dolgozó adatait foglaltuk össze 9. táblázatban. A nemek arányában a nők domináltak, mint általában a magyarországi egészségügyben, csupán 7 férfi csatlakozott a felméréshez. A vizsgált populáció 10%-a tartozott a 25 év alatti korosztályba, a legnagyobb részt a 26–45 évesek tették ki 52%-al. 67 jobbkezes és csupán 2 balkezes tagja volt a vizsgált csoportnak.

8. táblázat: MRE Bethesda Kórházban folytatott felmérés időpontja osztályos bontásban.

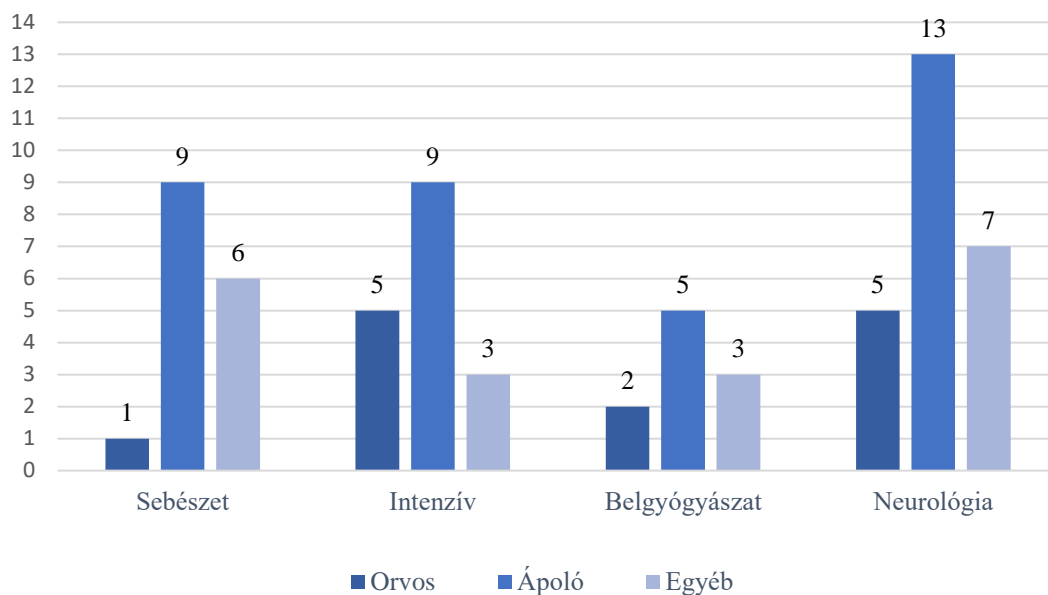
Osztály	Felmérés kezdete	Időtartam
Sebészet	2013.október 24.	4 hét
Intenzív (ITO)	2013.december 10.	2 hét
Belgyógyászat	2014. május 1.	4 hét
Neurológia	2014. július 10.	4 hét

9. táblázat: MRE Bethesda Kórházban 2013. októbertől–2014. augusztusáig folytatott felmérésben résztvevő 68 egészségügyi dolgozó jellemzése osztályos bontásban.

Osztály	Nem N/F	Korcsoport <25	Korcsoport 26-45	Korcsoport 46-55+	Domináns kéz J/B
Sebészet	13 / 3	5	7	4	16 / 0
Intenzív (ITO)	16 / 1	1	12	4	17 / 0
Belgyógyászat	10 / 0	1	6	3	10 / 0
Neurológia	22 / 3	-	11	14	23 / 2

A beosztás szerint vizsgálva: 13 orvos, 36 ápoló, 19 egyéb foglalkozású személy vett részt, mely a gyógytornásztól a kisegítőig terjedt (37. ábra). Az osztályokon a készüléket 2–4 hétig használhatták a felméréshez csatlakozott dolgozók. Az orvosok közel 20%-os

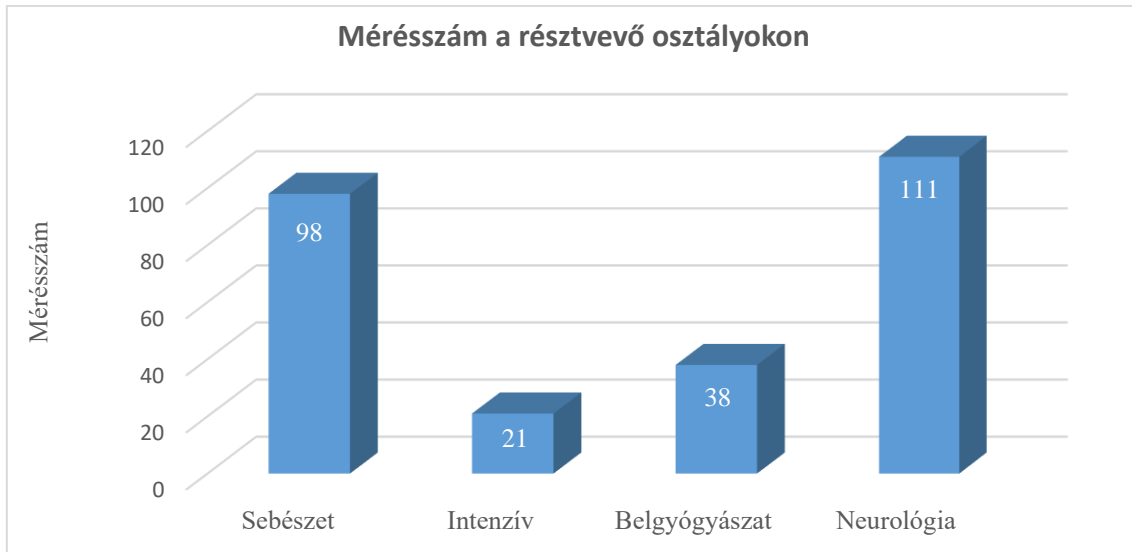
aránya magasnak számít, sajnos azonban általában 1–2 mérés után nem használták tovább a berendezést. Az okokat külön nem vizsgáltuk.



37. ábra: MRE Bethesda Kórházban 2013.októberétől-2014. augusztusáig folytatott felmérésben résztvevő 68 egészségügyi dolgozó beosztás szerinti jellemzése osztályos bontásban.

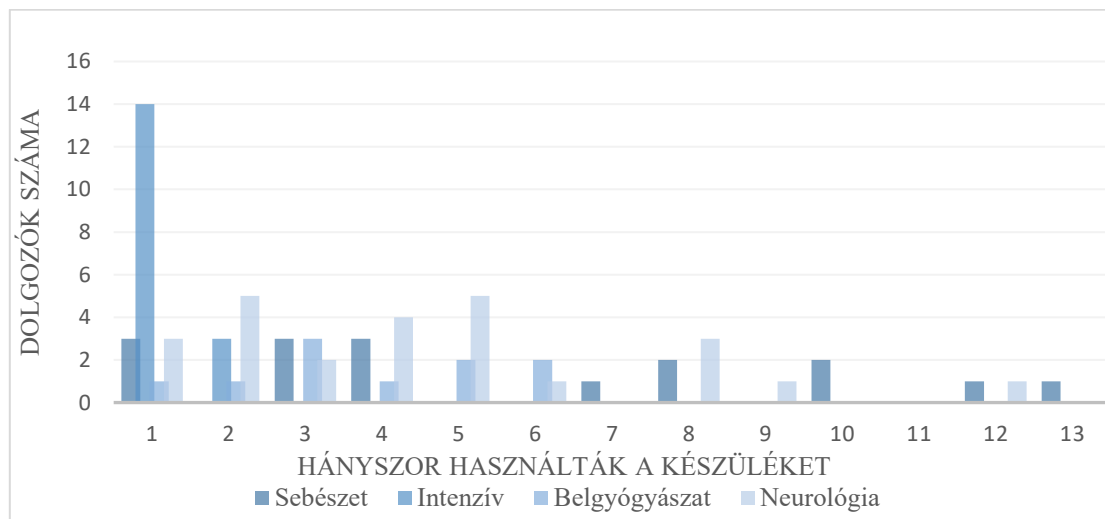
5.3.1.2 A mérésszám és a mérésgyakoriság vizsgálata

Kiértékelésnél csak műszakonként egy használatot vettünk figyelembe, azt a mérést, amely legelsőként készült. A teljes időszakot vizsgálva 268 mérés felelt meg a feltételeknek. A készülékhasználatot, vagyis a mérésszámot a 38. ábra foglalja össze. A mérés önkéntes alapon történt, így mindenki a saját motivációjának megfelelően végezte ezt. Az Intenzív Osztályon 20 dolgozó csatlakozott a felméréshez a kérdőív és a jogi nyilatkozat kitöltésével, de csupán 17 dolgozó végzett legalább 1 mérést a készülékkel. Decemberben 2 hétig folyt a vizsgálat az osztályon, ezzel magyarázható a minimális mérésszám. A Sebészeti Osztályon átlag 6,1 mérés, az Intenzív Osztályon 1,23 mérés, a Belgyógyászati osztályon 3,8 mérés, a Neurológiai Osztályon 4,44 mérés jutott dolgozóként.



38. ábra: MRE Bethesda Kórházban 2013.októberétől-2014. augusztusáig folytatott felmérésben résztvevő 4 osztály dolgozóinak mérésszáma osztályos bontásban.

Az átlag készülék használat 3–4 alkalom volt, egyedül az Intenzív Osztályon fordult elő, hogy 2 mérés után nem használták a rendszert. A Neurológia Osztályon és a Belgyógyászati Osztályon is találtunk dolgozót, aki több mint 10 alkalommal ellenőrizte a kézhigiénés technikáját, a Sebészeti Osztályon ez a maximális érték 19 használat (39. ábra).

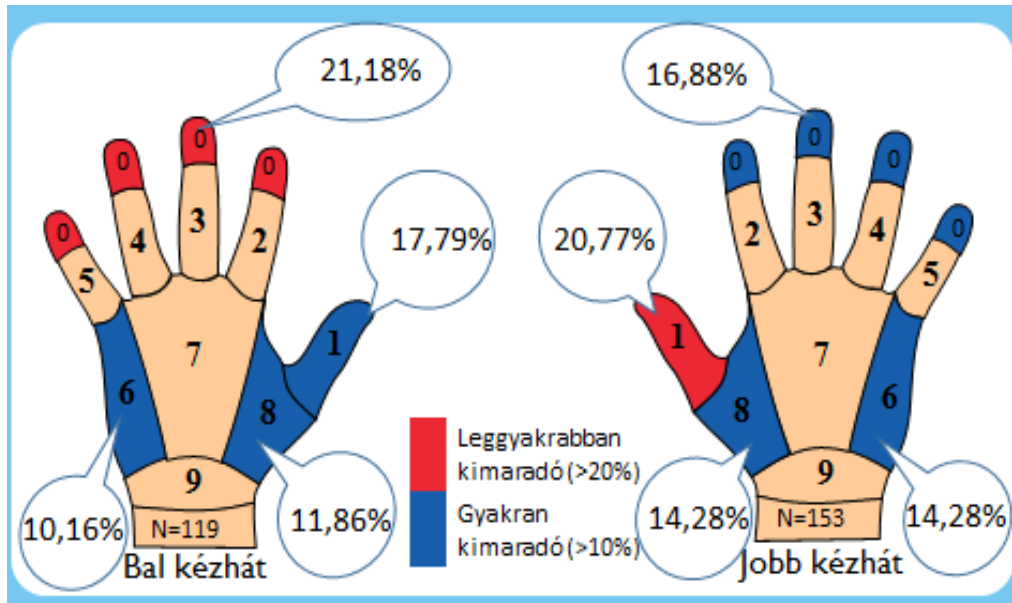


39. ábra: MRE Bethesda Kórházban 2013.októberétől-2014. augusztusáig folytatott felmérésben résztvevő 4 osztály dolgozóinak mérésszáma a készülékhasználat szerint.

5.3.1.3 A fertőtlenítés során kimaradó területek elhelyezkedés szerinti jellemzése

A kimaradó területek közül a tenyér oldalon 9 kimaradt területet találtunk, melyek a hüvelykujjon helyezkedtek el, addig a kézháton összesen 272 fertőtlenítetlen területet számoltunk meg (40. ábra). A kézháton kimaradó területek 1/5-e az ujjvégek és hasonló

arányt képvisel a hüvelykujj területe. A hibák 56,6%-a jobb kézen található, ennek magyarázata lehet, hogy a domináns kézzel precízebben, koordináltabban tudunk mozdulatokat kivitelezni. A kimaradó területeket mutatja a 10. táblázat.



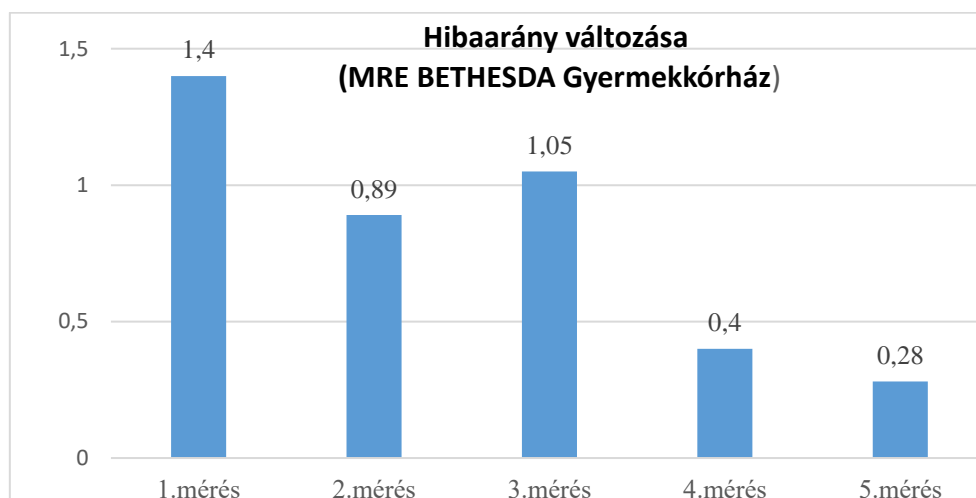
40. ábra: MRE Bethesda Kórházban 2013. októberétől–2014. augusztusáig folytatott felmérésben résztvevő 68 egészségügyi dolgozó 268 mérése alapján a kézhigiénés technika jellemzése a leggyakrabban kihagyott területek alapján.

10. táblázat: MRE Bethesda Kórházban 2013. októberétől–2014. augusztusáig folytatott felmérésben résztvevő 68 egészségügyi dolgozó kézhigiénés technikájának jellemzése a kihagyott területek alapján.

	Bal kézhát	Jobb kézhát	Bal tenyér	Jobb tenyér
Régió	kimaradó területek száma (összes hiba %-a)		kimaradó területek száma	
0	25 (21,18%)	26(16,88%)	0	0
1	22 (17,79%)	31 (20,77%)	4	5
2	9 (7,62%)	10 (6,49%)	0	0
3	8 (6,77%)	9 (5,84%)	0	0
4	9 (7,62%)	8 (5,19%)	0	0
5	7 (5,9%)	8 (5,19%)	0	0
6	12 (10,16%)	22 (14,28%)	0	0
7	7 (5,9%)	11 (7,14%)	0	0
8	14 (11,86%)	22 (14,28%)	0	0
9	6 (5,08%)	6 (3,89%)	0	0
összesen (kezenként)	119	153	4	5
összes kimaradó terület	272		9	

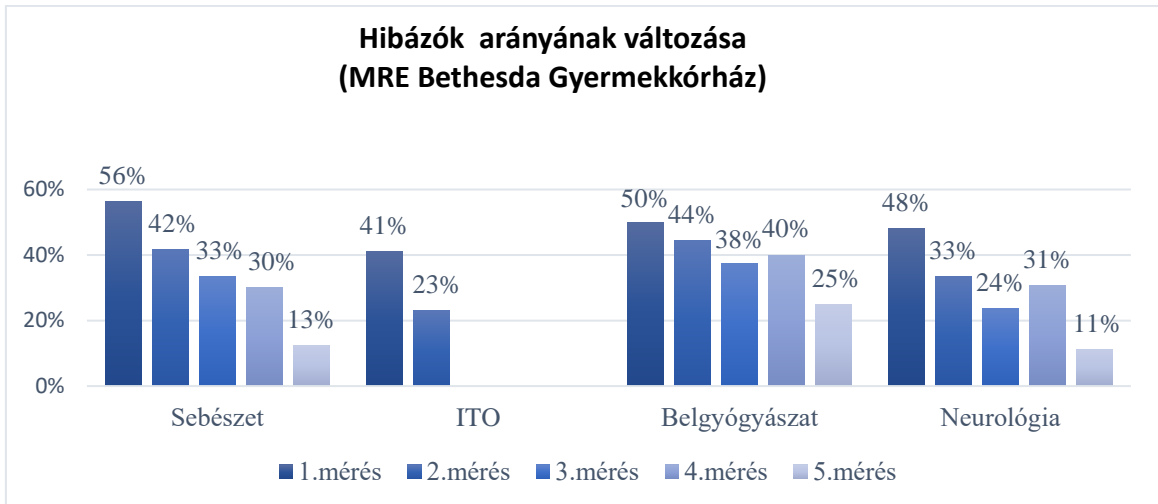
5.3.1.4 A hibaarány vizsgálata

A követéses vizsgálat lehetőséget adott a dolgozók tanulási folyamatának megfigyelésére. Az első mérés során 68 dolgozónál 98 fertőtlenített területet számoltunk, amely 1,44 hibát jelent dolgozónként (hibaarány), a 2. mérésnél 47 dolgozónál 42 hibát, az 5. mérésnél már csak 6 hibát tudtunk regisztrálni 22 dolgozónál összesen. A hibaarány változását mutatja be a 41. ábra. Az első mérésnél tapasztalt 1,4 kimaradó terület/dolgozó arányról az 5. mérésnél már csak 0,28 fertőtlenítetlen terület/dolgozó átlagot tudtunk kimutatni.



41. ábra: MRE Bethesda Kórházban 2013. októberétől–2014. augusztusáig folytatott felmérésben résztvevő 68 egészségügyi dolgozó kézhigiénés technikájának jellemzése a hibaarány alapján. Hibaarány az adott mérésben résztvevő dolgozók számának és az általuk kihagyott területek összegének a hányadosa.

A bedörzsölés során kimaradó területtel fertőtlenítő dolgozókat a hibázók csoportjába soroltuk és a mérésben résztvevő dolgozók számához mérten vizsgáltuk a csoport nagyságát. Az első mérésben a résztvevő dolgozók átlag 48%-nak a kézfelszínén maradt fertőtlenítetlen terület. Az 5. mérésre ez az arány átlag 16%-ra csökkent. A kéz felszínén kimaradó terület nagyságát nem vizsgáltuk ebben az esetben. A hibázók csoportjának alakulását mutatja be a 42. ábra osztályos bontásban.



42. ábra: MRE Bethesda Kórházban 2013. októberétől–2014. augusztusáig folytatott felmérésben résztvevő 68 egészségügyi dolgozó 268 mérése alapján a hibázó dolgozók arányának változása a mérések során.

5.3.2 A Miskolci Semmelweis Kórház (MISEK)

5.3.2.1 A felmérésben résztvevő dolgozók jellemzése

11. táblázat: Miskolci Semmelweis Kórházban folytatott felmérés időpontja osztályos bontásban.

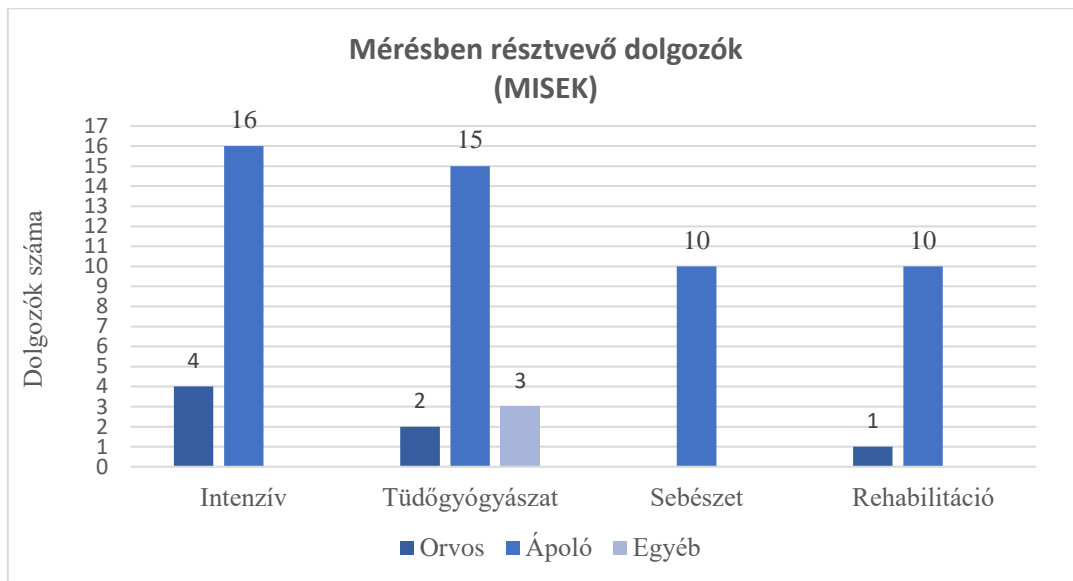
Osztály	Felmérés kezdete	Időtartam
Intenzív	2014.május 5.	4 hét
Tüdőgyógyászat	2014.június 20.	4 hét
Sebészet	2014. július 14.	2 hét
Rehabilitáció	2014. augusztus 1.	4 hét

A felmérés 2014. májustól–2014. szeptemberéig terjedt (11. táblázat). A résztvevő 61 dolgozó adatait foglaljuk össze a 12. táblázatban. A nemek arányában a nők domináltak, csupán 3 férfi csatlakozott a felmérésünkhöz. A 25 év alatti korosztályba 3%-a tartozott a vizsgált populációnak, a legnagyobb részt a 26–45 évesek képviselték, 64%-kal. 57 jobbkezes és csupán 4 balkezes tagja volt a vizsgált csoportnak.

12. táblázat: Semmelweis Kórházban 2014. májustól–2014. szeptemberig folytatott felmérésben résztvevő 61 egészségügyi dolgozó jellemzése osztályos bontásban.

Osztály	Nem N/F	Korcsoport <25	Korcsoport 26–45	Korcsoport 46–55+	Domináns kéz J/B
Intenzív	17 / 3	-	13	7	19 / 1
Tüdőgyógyászat	20 / 0	1	14	5	19 / 1
Sebészet	10 / 0	-	6	4	9 / 1
Rehabilitáció	11 / 0	1	6	4	10 / 1

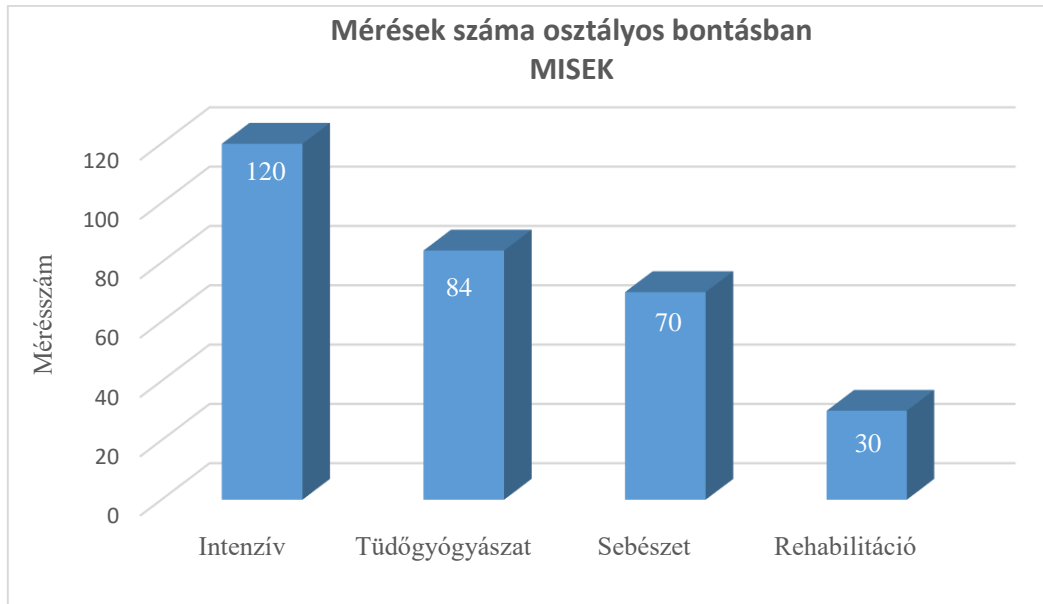
A beosztás szerint vizsgálva: 7 orvos, 51 ápoló, 3 egyéb foglalkozású személy vett részt, mely a gyógytornásztól a kisegítőig terjedt (43. ábra). Az osztályokon a készüléket 2–4 hétig használhatták a felméréshez csatlakozott dolgozók. Műszakonként csak az első használatot vettük figyelembe személyenként. A feltételeknek megfelelően a következő mérésekkel vettek részt az osztályok (44. ábra).



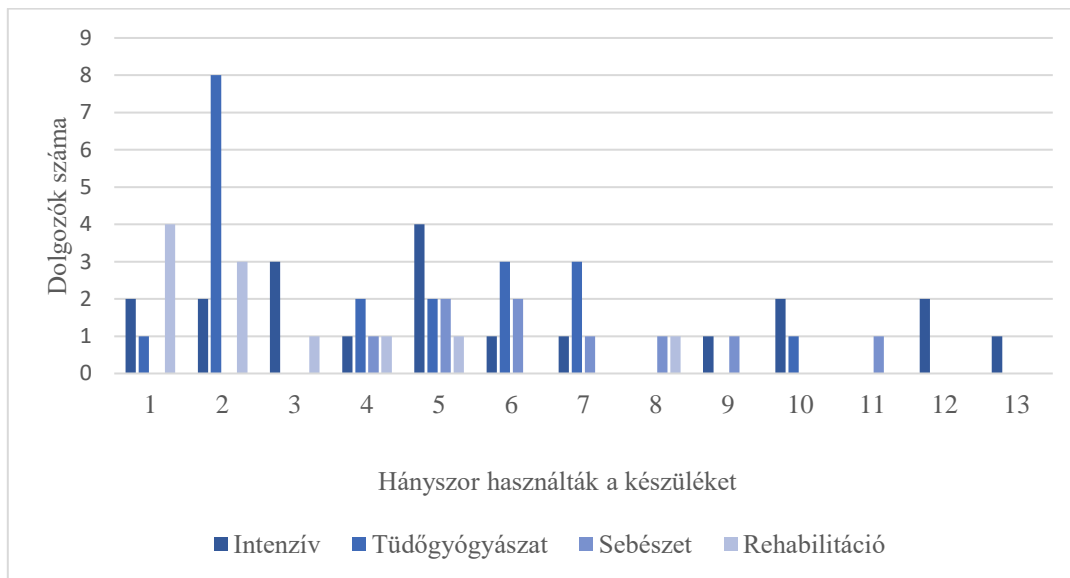
43. ábra: Semmelweis Kórházban 2014. májustól-2014. szeptemberig folytatott felmérésben résztvevő 61 egészségügyi dolgozó beosztás szerinti jellemzése osztályos bontásban.

5.3.2.2 A mérésszám és a mérésgyakoriság vizsgálata

A teljes időszakot vizsgálva 304 mérést végeztek a dolgozók. A Sebészeti Osztályon átlag 7,0 mérés, az Intenzív Osztályon 6,0 mérés, a Tüdőgyógyászat 4,2 mérés, a Kardiológiai Rehabilitációs Osztályon 1,41 mérés jutott dolgozóként. A Kardiológiai Rehabilitációs Osztályon 21 dolgozó csatlakozott a felméréshez, összesen 30 mérést végeztek. A minimális mérés okait nem vizsgáltuk. A 45. ábra osztályos bontásban mutatja a dolgozók mérésszámát, legtöbbször 5–6 alkalommal használták a készüléket, a Tüdőgyógyászati Osztályon azonban a 2. mérés után a dolgozók 40%-a nem használta a rendszert. Csak a Sebészeti Osztályon és az Intenzív Osztályon fordult elő 10 alkalomnál nagyobb mérésszám.



44. ábra: Semmelweis Kórházban 2014. májustól–2014. szeptemberig folytatott felmérésben résztvevő 4 osztály dolgozóinak mérésszáma osztályos bontásban.



45. ábra: Semmelweis Kórházban 2014. májustól–2014. szeptemberig folytatott felmérésben résztvevő 61 egészségügyi dolgozóinak a mérésszáma a készülékhasználat szerint.

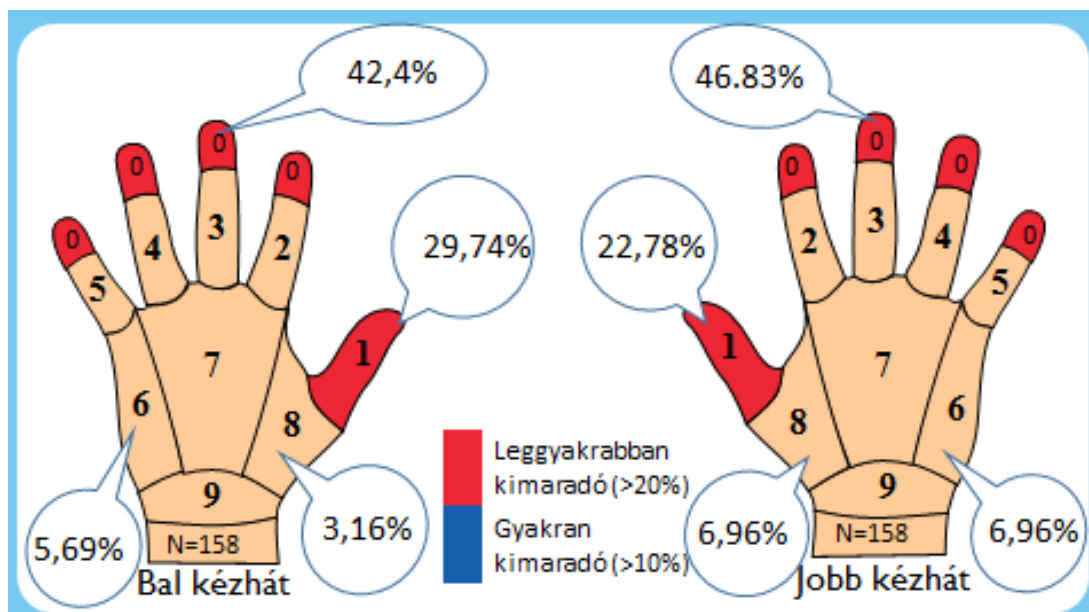
5.3.2.3 A fertőtlenítés során kimaradó területek elhelyezkedés szerinti jellemzése

A kimaradó területek vizsgálva a tenyér oldalon 8 fertőtlenítetlen területet találtunk, melyek a hüvelykujjon helyezkedtek el, addig a kézháton összesen 316 területet számoltunk meg. Itt is az ujjvégeken, a hüvelykujjon és a kézhát hüvelykujj felőli részén

találtak a legtöbb hibát (46. ábra). A kézháton kimaradó területeket foglalja össze a 13. táblázat.

13. táblázat: Semmelweis Kórházban 2014. májustól–2014. szeptemberig folytatott felmérésben résztvevő 61 egészségügyi dolgozó kézhigiénés technikájának jellemzése a kihagyott területek alapján.

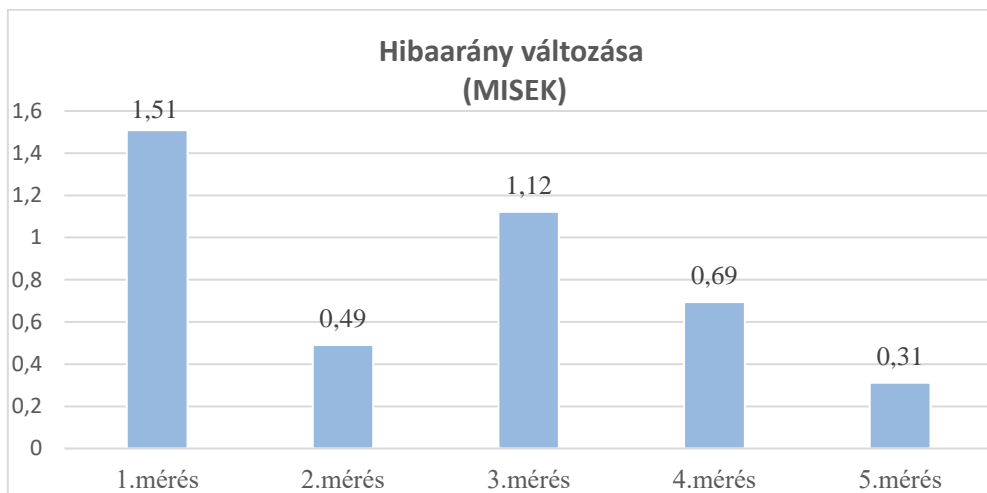
	Bal kézhát	Jobb kézhát	Bal tenyér	Jobb tenyér
Régió	kimaradó területek száma (összes hiba %-a)		kimaradó területek száma	
0	67 (42,4%)	74 (46,83%)	0	0
1	47 (29,74%)	36 (22,78%)	4	4
2	5 (3,1%)	8 (5,06%)	0	0
3	7 (4,4%)	5 (3,16%)	0	0
4	5 (3,1%)	4 (2,53%)	0	0
5	4 (2,5%)	3 (1,89%)	0	0
6	9 (5,69%)	11 (6,96%)	0	0
7	4 (2,53%)	5(3,16%)	0	0
8	5 (3,16%)	8(5,06%)	0	0
9	5 (3,16%)	4(2,53%)	0	0
<i>összesen (kezenként)</i>	158	158	4	4
<i>összes kimaradó terület</i>	316		8	



46. ábra: Semmelweis Kórházban 2014. májustól–2014. szeptemberig folytatott felmérésben résztvevő 61 egészségügyi dolgozó 304 mérése alapján a kézhigiénés technika jellemzése a leggyakrabban kihagyott területek alapján.

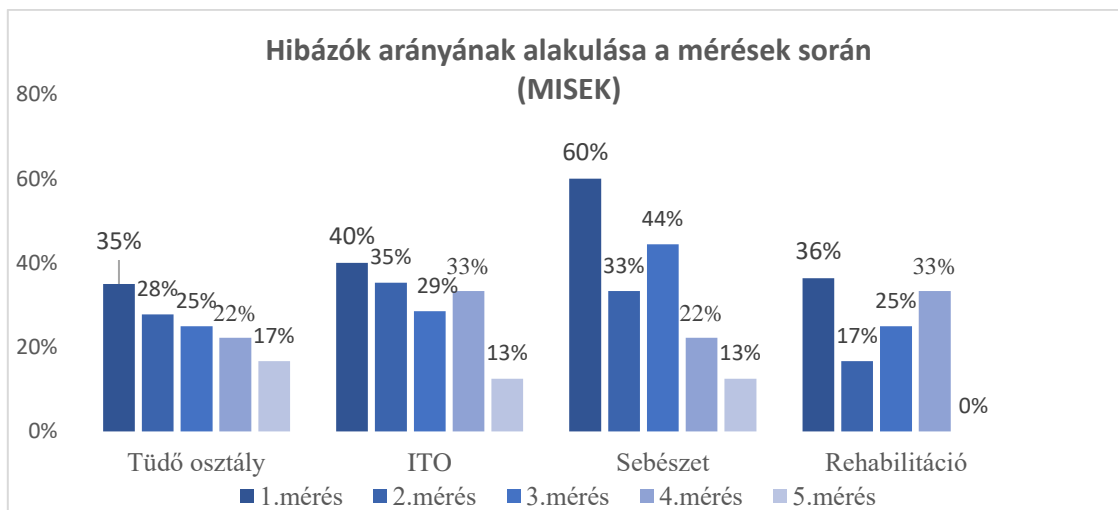
5.3.2.4 A hibaarány vizsgálata

A követéses vizsgálat lehetőséget adott a dolgozók tanulási folyamatának megfigyelésére. Az első mérés során 61 dolgozónál 92 fertőtlenítetlen régiót számoltunk, ami 1,5 hibát jelent dolgozónként (hibaarány), az 5. mérésnél már csak 10 területet tudtunk kimutatni 32 dolgozónál összesen. A hibaarány változását mutatja be a 47. ábra. Az első mérésnél tapasztalt 1,5 kimaradó terület/dolgozó arányról az 5. mérésnél már csak 0,31 kimaradó terület/dolgozó átlagot tudtunk mérni.



47. ábra: A MISEK-ben 2014. májustól– 2014. szeptemberig folytatott felmérésben résztvevő 61 egészségügyi dolgozó 304 mérése alapján a kézhigiénés technika jellemzése a hibaarány alapján. Hibaarány az adott mérésben résztvevő dolgozók számának és az általuk kihagyott területek összegének a hányadosa.

A bedörzsölés során kimaradó területtel fertőtlenítő dolgozókat a hibázók csoportjába soroltam és a mérésben résztvevő dolgozók számához mérten vizsgáltam a csoport nagyságát. Az első mérésben a résztvevő dolgozók átlag 42,8%-ának a kézfelszínén maradt fertőtlenítetlen terület. Az 5. mérésre ez az arány átlag 10,7%-ra csökkent. A kéz felszínén kimaradó terület nagyságát nem vizsgáltam ebben az esetben. A hibázók csoportjának alakulását mutatja be osztályos bontásban 48. ábra.



48. ábra: A MISEK-ben 2014.májustól–2014. szeptemberig folytatott felmérésben résztvevő 61 egészségügyi dolgozó 304 mérése alapján a hibázó dolgozók arányának változása a mérések során.

5.3.3 Szegedi Tudományegyetem – Gyermekklinika PIC részleg

5.3.3.1 A felmérésben résztvevő dolgozók jellemzése

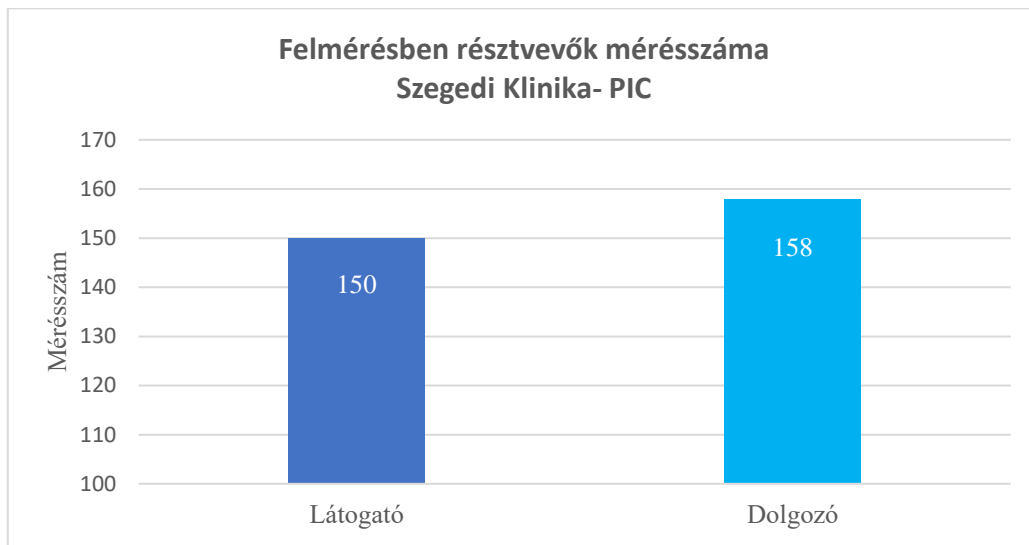
A felmérés 2014. április 23-tól május 12-ig tartott. A résztvevő 39 dolgozó adatait foglaljuk össze a 14. táblázatban.

14. táblázat: Szegedi Tudományegyetem Gyermekklinika PIC részleg felmérésben résztvevő 39 dolgozó adata.

Osztály	Nem N/F	Korcsoport 26-45	Korcsoport 46-55+	Domináns kéz J/B	Orvos	Ápoló
PIC	38/1	32	4	35/4	2	37

A nemek arányában a nők többségét tapasztaltuk, csupán 1 férfi csatlakozott a felmérésünkhöz. A 25 év alatti korosztályba 3-an tartoztak a vizsgált populációból, a legnagyobb részt a 26–45 évesek képviselték 82%-al, 35 (89,7%) jobbkezes és 4 balkezes tagja volt a vizsgált csoportnak, 2 orvos és 37 ápoló vett részt a felmérésben. Az osztályon a készüléket 3 hétig használhatták a dolgozók. Műszakonként csak az első használatot vettük figyelembe személyenként. A teljes időszakot vizsgálva 158 mérés felelt meg a követelményeknek. A felmérésbe bevont csoportot kiterjesztettük a látogatók körével is. A készülék mellett elhelyeztünk 10 vendégkártyát, így az osztályra belépő

látogatók is „tesztelhetők” a tudásukat. A vendégkártyával összesen 150 mérést végeztek (49. ábra).



49. ábra: 2014. áprilisban folytatott felmérésben résztvevő 39 dolgozó és látogató mérésszáma.

5.3.3.2 A mérésszám és a mérésgyakoriság vizsgálata

Az 50. ábra mutatja a dolgozók mérésszámát, sajnos 1–2 mérés után a dolgozók 40% nem használta a készüléket.



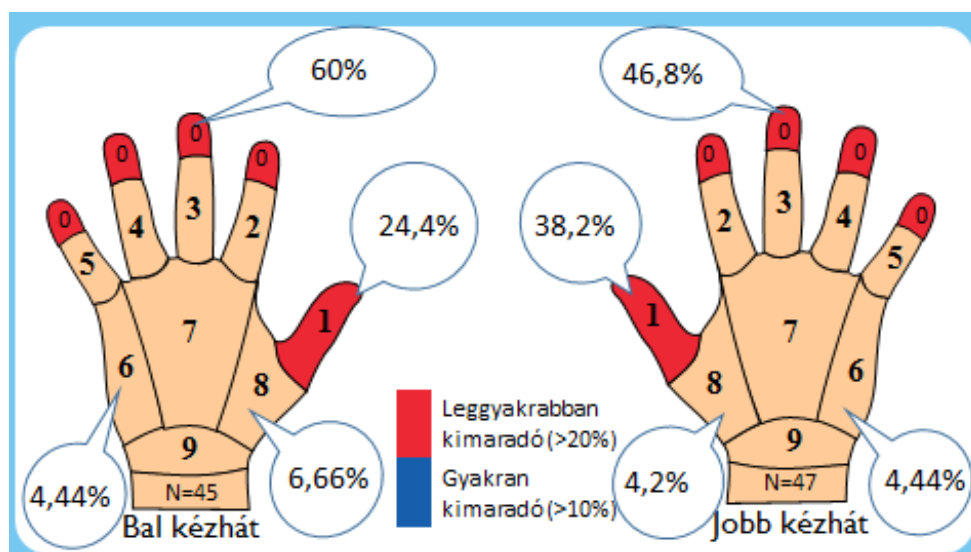
50. ábra: Szegedi Egyetem Gyermekklinika PIC részlegén 2014. április 23. –2014. május 12 időszakban folytatott felmérésben résztvevő 39 egészségügyi dolgozónak a mérésszáma a készülékhasználat szerint.

5.3.3.3 A fertőtlenítés során kimaradó területek elhelyezkedés szerinti jellemzése

15. táblázat: Szegedi Egyetem Gyermekklinika PIC részlegén 2014. április 23. –2014. május 12 időszakban folytatott felmérésben résztvevő 39 egészségügyi dolgozónak kézhigiénés technikájának jellemzése a kihagyott területek alapján.

Régió	Bal kézhát kimaradó területek száma (összhiba %-a)	Jobb kézhát kimaradó területek száma (összhiba %-a)	Bal tenyér kimaradó területek száma	Jobb tenyér kimaradó területek száma
0	27 (60%)	22 (46,8%)	0	0
1	11 (24,4%)	18 (38,3%)	0	1
2	0	0	0	0
3	0	0	0	0
4	0	0	0	0
5	0	0	0	0
6	2 (4,44%)	3 (6,4%)	0	0
7	2 (4,44%)	2 (4,2%)	0	0
8	3 (6,66%)	2 (4,2%)	0	0
9	0	0	1	0
összesen (kezkenként)	45	47	1	1
összes kimaradó terület	92		2	

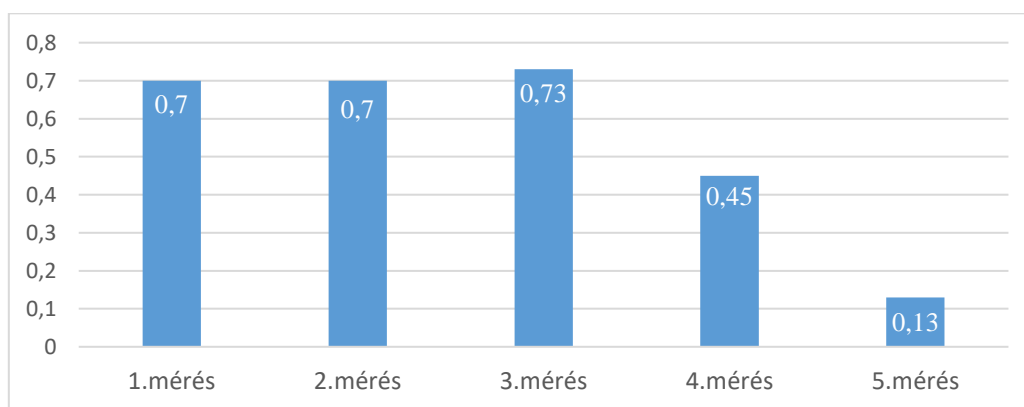
A dolgozókat vizsgálva a kimaradó területek közül a tenyér oldalon 2 fertőtlenítetlen területet találtunk, jobbkézen a hüvelykujjon, balkézen a csukló előtti területen helyezkedtek el a kimaradó területek addig a kézháton összesen 92 fertőtlenítetlen területet számoltunk meg. A leggyakrabban kimaradó területek most is az ujjvégekre, a hüvelykujjra és a kézhát hüvelykujj felőli részére koncentráálódtak (51. ábra). A kimaradó területeket foglalja össze a 15. táblázat.



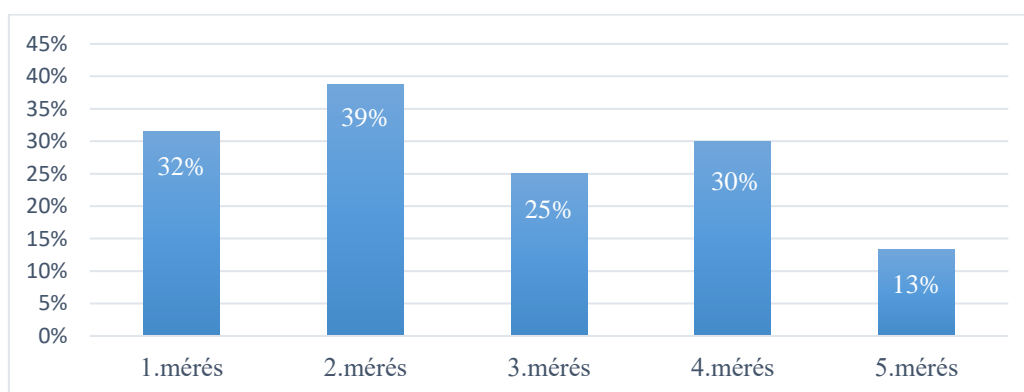
51. ábra: Szegedi Egyetem Gyermekklinika PIC részlegén 2014. április 23. –2014. május 12 időszakban folytatott felmérésben résztvevő 39 egészségügyi dolgozónak a kézhigiénés technika jellemzése a leggyakrabban kihagyott területek alapján.

5.3.3.4 A hibaarány és a hibázók arányának a vizsgálata

Az felmérésben a készülék első használata során 37 dolgozónál 26 kimaradó területet számoltunk, ami 0,7 hibát jelent dolgozónként (hibaarány), a 2. mérésnél szintén 0,7-es eredményt kaptunk. Az első mérésnél tapasztalt 0,7 kimaradó terület/dolgozó arányról az 5. mérésnél már csak 0,13 nem fertőtlenített terület/dolgozó átlagot tudunk kimutatni (52. ábra). A bedörzsölés során kimaradó területtel fertőtlenítő dolgozókat a hibázók csoportjába soroltuk és a mérésben résztvevő dolgozók számához mérten vizsgáltuk a csoport nagyságát. Az első mérésben a résztvevő dolgozók 32%-ának a kézfelszínén maradt fertőtlenítetlen terület. Az 5. mérésre ez az arány 13%-ra csökkent (53. ábra). A kéz felszínén kimaradó terület nagyságát nem vizsgáltuk ebben az esetben.



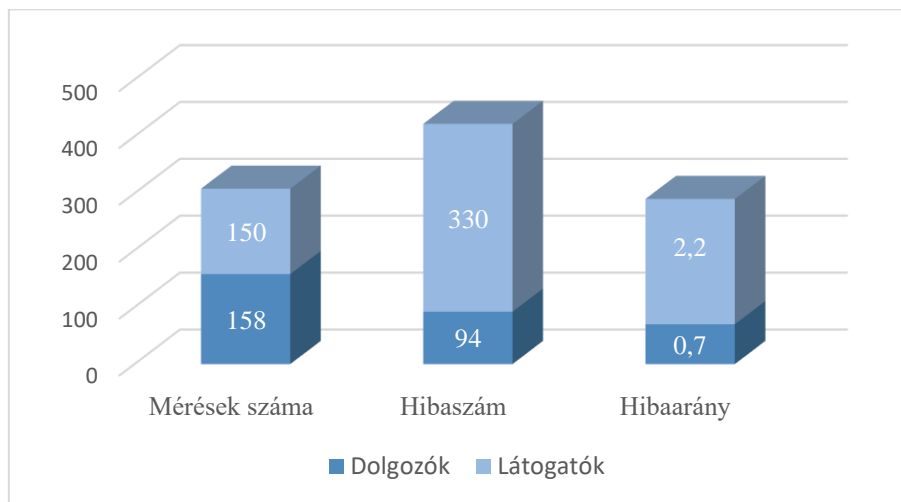
52. ábra: Szegedi Egyetem Gyermekklinika PIC részlegén 2014. április 23.–2014. május 12. időszakban folytatott felmérésben résztvevő 39 egészségügyi dolgozónak 158 mérése alapján a kézhigiénés technika jellemzése a hibaarány alapján. Hibaarány az adott mérésben résztvevő dolgozók számának és az általuk kihagyott területek összegének a hányadosa.



53. ábra: Szegedi Egyetem Gyermekklinika PIC részlegén 2014. április 23.–2014.május 12. időszakban folytatott felmérésben résztvevő 39 egészségügyi dolgozónak 158 mérése alapján a kézhigiénés technika jellemzése a hibázó dolgozók arányának változása a mérések során.

5.3.3.5 A látogatók kézhigiénés felmérése

A vendégkártyával bárki mérhető, aki az Osztályra látogatott. Összesen 150 értékelhető mérést találtunk. Összehasonlítva a dolgozók méréseivel jól látható különbségek rajzolódnak ki. Feltételeztük, hogy a vendégek csak egyszer használták a készüléket, így mind a 150 mérés más látogatótól származik. A dolgozók első használat során 0,7 hibaarányt értek el, azzal szemben a vendégkártyát használók csoportjában ez az arány 2,2 (54. ábra).



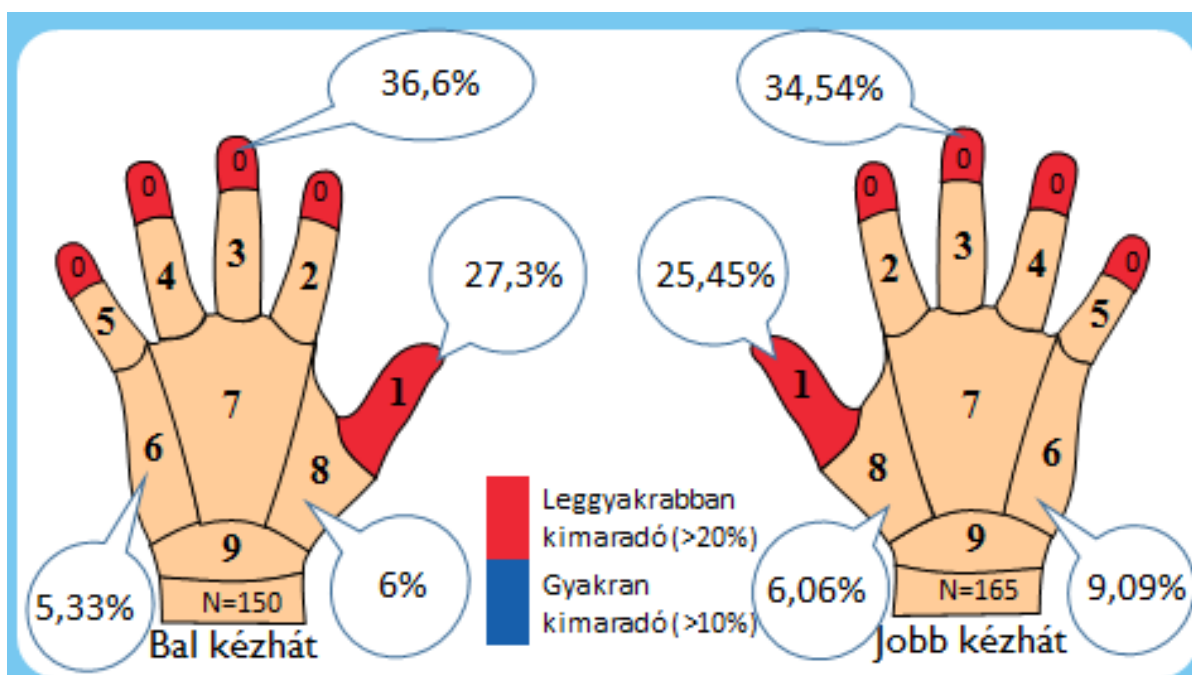
54. ábra: Szegedi Egyetem Gyermekklinika PIC részlegén 2014. április 23-2014. május 12 időszakban folytatott felmérésben résztvevő 39 egészségügyi dolgozónak 158 mérése és a látogatók által végzett 150 mérés eredményének összehasonlítása.

Dolgozóknál összesen a 158 mérés alatt 2 hibát találtunk a tenyér oldalon, addig a látogatók között 150 mérésnél 15 kimaradó területet számoltunk meg. Összesen 94 fertőtlenítetlen területet találtunk a kézen a dolgozóknál, a látogatók esetében 330 kimaradó területet azonosítottunk.

A leggyakrabban kimaradó területeket mutatja az 55. ábra. A teljes kimaradó régiók számát tartalmazza a 16. táblázat.

16. táblázat: Szegedi Egyetem Gyermekklinika PIC részlegén 2014. április 23.–2014. május 12. időszakban folytatott felmérésbe bekapcsolódott látogatók által végzett 150 mérés eredménye, kimaradó területek bemutatása.

	Bal kézhát	Jobb kézhát	Bal tenyér	Jobb tenyér
Régió	kimaradó területek száma (az összhiba %-a)		kimaradó területek száma	
0	55 (36,66%)	57 (34,54%)	0	0
1	41 (27,33%)	42 (25,45%)	1	1
2	6 (4%)	7 (4,2%)	0	1
3	4 (2,66%)	5 (3,03%)	0	1
4	4 (2,66%)	7 (4,24%)	0	1
5	8 (5,33%)	6 (3,63%)	1	1
6	8 (5,33%)	15 (9,09%)	1	1
7	7 (4,66%)	9 (5,45%)	1	1
8	9 (6%)	10 (6,06%)	0	1
9	8 (5,33%)	7 (4,24%)	2	1
<i>összesen (kezzenként)</i>	150	165	6	9
<i>összes kimaradó terület</i>	315		15	



55. ábra: Szegedi Egyetem Gyermekklinika PIC részlegén 2014. április 23.–2014. május 12. időszakban folytatott felmérésbe bekapcsolódott látogatók által végzett 150 mérés eredménye, a leggyakrabban kimaradó területek bemutatása.

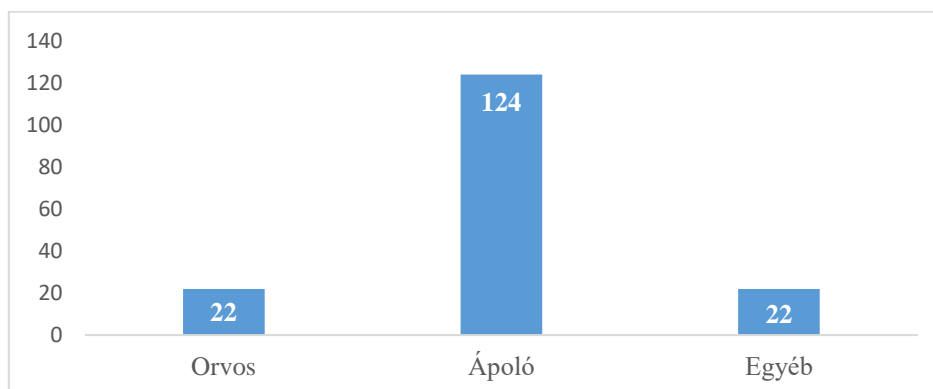
5.3.4 A követéses vizsgálat eredményeinek összesítése

A követéses vizsgálatához csatlakozott egészségügyi személyzet adatait az előző fejezetben intézményenként vizsgáltuk, a 9 osztály adatait, ebben a fejezetben, egységes populációként kezelve az ott dolgozó személyzetet, összefoglalva mutatjuk be a kapott eredményeket (17. táblázat).

17. táblázat: 2013. október–2014. szeptember időszakban 9 osztály bevonásával folytatott kézhigiénés felmérés résztvevőit összefoglaló táblázat.

Osztály	Nem N/F	Korcsoport <25	Korcsoport 26-45	Korcsoport 46-55+	Domináns kéz J/B
Összesített	157/11	12	107	49	158/10

A nemek arányában a nők domináltak, mint általában a magyarországi egészségügyben, a 168 dolgozó közül csupán 11 férfi vett részt a felmérésben. A vizsgált populáció 7%-a tartozott a 25 év alatti korosztályba, a legnagyobb részt a 26–45 évesek tették ki 64%-al. 158 (94%) jobbkezes és csupán 10 balkezes tagja volt a vizsgált csoportnak.



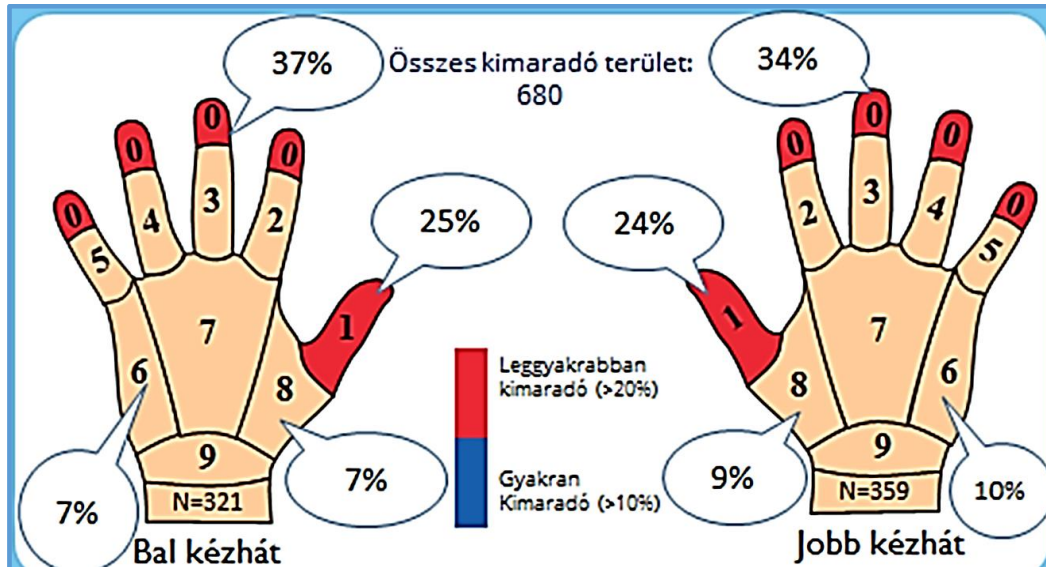
56. ábra: 2013. október–2014. szeptember időszakban 9 osztály bevonásával folytatott kézhigiénés felmérés résztvevői beosztás szerinti bontásban.

A beosztás szerint vizsgálva: 22 orvos, 124 ápoló, 22 egyéb foglalkozású személy vett részt, mely a gyógytornásztól a kiségitőig terjedt (56. ábra). Műszakonként csak az első használatot vettük figyelembe személyenként. A teljes időszakot vizsgálva 730 mérés felelt meg a követelményeknek.

5.3.4.1 A fertőtlenítés során kimaradó területek elhelyezkedés szerinti jellemzése

A dolgozókat vizsgálva a kimaradó területek közül a tenyér oldalon 19 kimaradó területet találtunk, jobb kézen, a hüvelykujjon, a bal kézen, a hüvelykujjon és a csukló előtti

területen helyezkedtek el, addig a kézháton összesen 680 nem fertőtlenített területet tudunk megszámolni (18. táblázat). A leggyakrabban kimaradó területek az ujjvégekre, a hüvelykujjra és a kézhát hüvelykujj felőli részére koncentráálódtak (57. ábra).



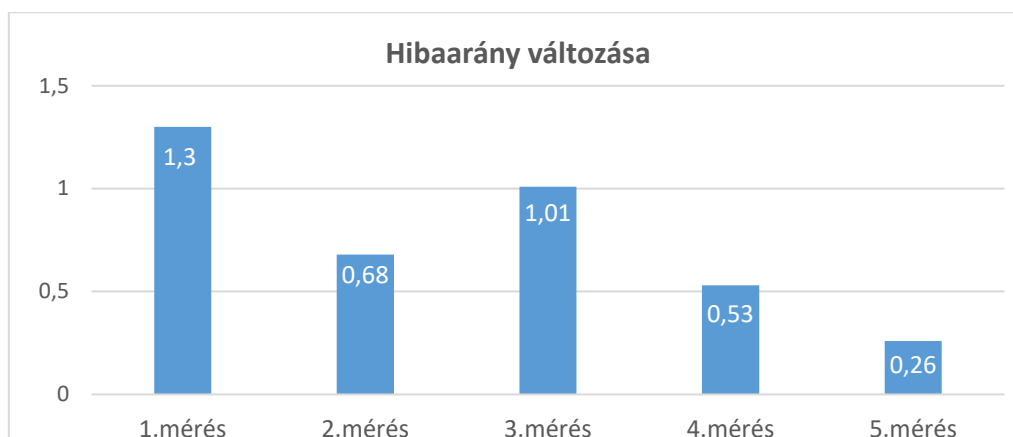
57. ábra: 2013. október–2014. szeptember időszakban 9 osztály bevonásával folytatott kézhigiénés felmérésben résztvevő 168 egészségügyi dolgozó 730 méréséből kapott eredmények alapján a fertőtlenítésből leggyakrabban kimaradó területek.

18. 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.

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

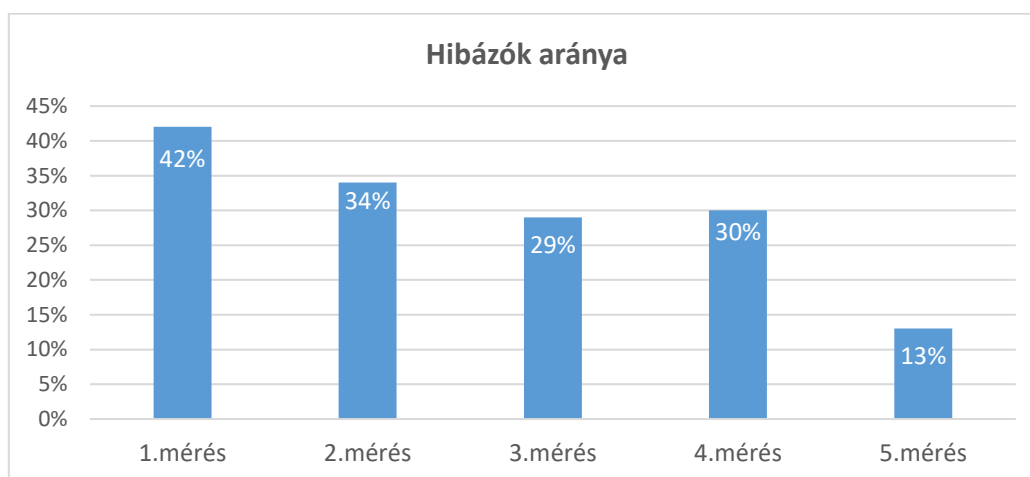
5.3.4.2 A hibaarány és a hibázók arányának a vizsgálata

Az első mérés során 168 dolgozónál 218 kimaradó területet számoltunk meg, amely 1,3 hibát jelent dolgozónként (hibaarány), a 2. mérésnél 0,68-at kaptunk eredményként. Az első mérésnél tapasztalt 1,3 nem fertőtlenített terület/dolgozó arányról az 5. mérésnél már csak 0,26 nem fertőtlenített terület/dolgozó átlagot tudtunk kimutatni (58. ábra).



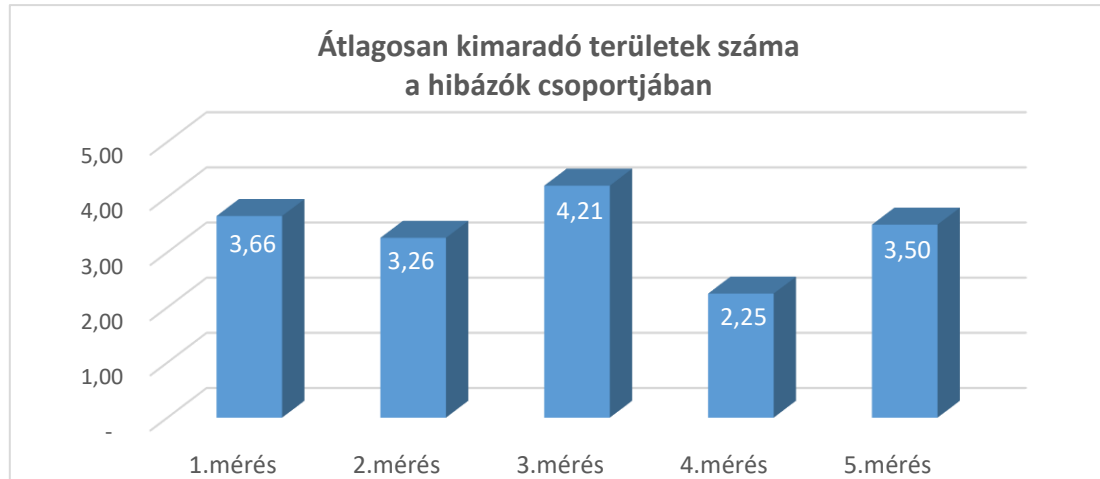
58. ábra: 2013. október– 2014. szeptember időszakban 9 osztály bevonásával folytatott kézhigiénés felmérésben résztvevő 168 egészségügyi dolgozó 730 méréséből kapott hibaarány változása. Hibaarány az adott mérésben résztvevő dolgozók számának és az általuk kihagyott területek összegének a hányadosa.

A bedörzsölés során kimaradó területtel fertőtlenítő dolgozókat a hibázók csoportjába soroltuk és a mérésben résztvevő dolgozók számához mérten vizsgáltam a csoport nagyságát. Az első mérésben a résztvevő dolgozók 42%-ának a kézfelszínén maradt fertőtlenítetlen terület. Az 5. mérésre ez az arány 13%-ra csökkent (59. ábra).



59. 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 kéz felszínén kimaradó területek számát a kézfertőtlenítés során hibázó egészségügyi személyzet csoportjában vizsgálva az első mérés során átlagosan 3,66 terület nem fertőtlenítését tapasztaltuk minden dolgozónál, aki ebbe a csoportba tartozott, és ez az arány a felmérés során csak minimális mértékben változott (60. ábra).



60. ábra: 2013. október–2014. szeptember időszakban 9 osztály bevonásával folytatott kézhigiénés felmérésben résztvevő 168 egészségügyi dolgozó 730 méréséből számított eredmény a hibázók csoportjában a hibaszám változását vizsgálva.

5.3.5 Az önellenőrzés hatásának vizsgálata statisztikai módszerrel

A követéses vizsgálathoz csatlakozott egészségügyi személyzet adatait az előző fejezetben intézményenként vizsgáltuk. Statisztikai program (R programcsomag (2.15.0 verzió, The R Foundation for Statistical Computing, Bécs, Ausztria, www.r-project.org) segítségével a 3.6.1.1. fejezetben bemutatott módon elemeztük a 9 osztály adatait, egységes populációként kezelve az ott dolgozó személyzetet.

A kézfertőtlenítés technikájának tanulási folyamatát szeretnénk volna feltárni, így kizártuk azon dolgozókat, akikről csak 1 mérés adata állt rendelkezésre. A teljes felmérésben 168 egészségügyi dolgozó vett részt, azonban csak 136 dolgozót találtunk, akinél az előző feltétel teljesült, tehát minimálisan 2 méréssel rendelkezett. Az összes mérésszám 631 volt, melynek eloszlását mutatja a 19. táblázat.

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

Mérés sorszáma	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-tól 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)

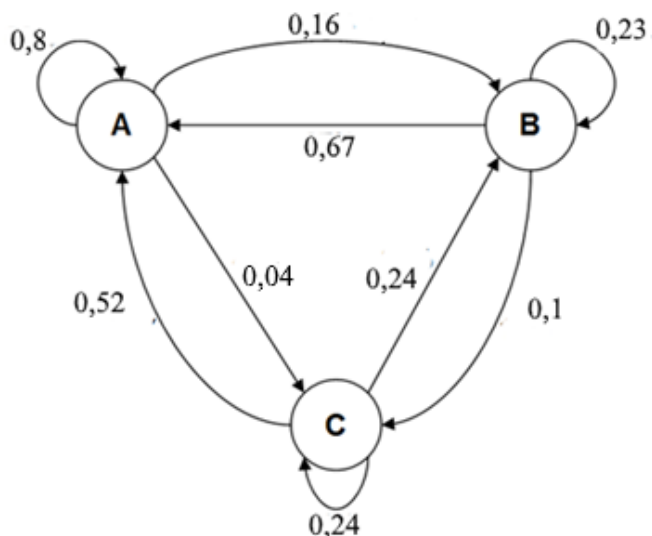
A 19. táblázat 3. oszlopában a kézfertőtlenítés során kimaradó területtel fertőtlenítők száma látható. Ez az arány az első mérésnél tapasztalt kb. 50% arányról az 5. mérésre 14% alá csökkent. Ez a gyakorlatban azt jelenti, hogy a bedörzsölés során a felmérésben résztvevő dolgozók közel 50%-a az első mérés során a kéz bedörzsölésénél kihagy részeket a fertőtlenítésből. Az elektronikus berendezés segítségével megmutatható a fertőtlenítés során kihagyott terület nagysága és helyzete a kézen, így a következő kézfertőtlenítés során ezt az információt beépítve végezhető el a fertőtlenítőszer bedörzsölése a kéz felszínén. Ez a hatás 2. mérésnél jól kimutatható, ahol a résztvevők harmada hagyott ki területet a kezén, szemben az első mérésnél tapasztalt kb. 50%-os aránnyal. A 3. és 4. mérésnél tapasztalt közel 30%-os hibázási arány az 5. mérésnél csökken 14% alá.

A következő fázisban annak a valószínűségét vizsgáltuk statisztikai módszerrel, hogy az előző mérésben megszerzett tapasztalat hogyan módosítja a kézhigiénés bedörzsölés technikáját. A 4.3 fejezetben bemutatott kiértékelés alapján kapott adatokat osztályoztuk

az elért eredmény, vagyis a kéz felszínén kihagyott régiók száma alapján, a dolgozókat 3 csoportra osztottuk:

- „A” csoport: a hiba nélkül fertőtlenítők csoportja;
- „B” csoport: 1–3 kimaradó területtel fertőtlenítők csoportja;
- „C” csoport: >3 kimaradó területtel fertőtlenítők csoportja.

A 19. ábra segítségével bemutattuk, hogy hogyan rendeltük hozzá a WHO 6-lépéses protokoll mozdulataihoz az általa benedvesített régiót. A csoportok kialakításánál a „C” csoportot úgy definiáltuk, hogy a leggyakrabban elhagyott, vagy rosszul kivitelezett 6. lépés során bedörzsölt régiók elmaradása már az egyik kézen is, a legrosszabb vagyis „C” csoportba kerüljön. Azért tartottuk fontosnak ezt a hibaszámot, mert a tárgyak megfogása során az ujjak vége kiemelt szerepet kap, a 6. lépés pedig ezért a területért felelős. A hiba nélkül fertőtlenítők csoportja adja az „A” csoportot, a két csoport közé definiáltuk a „B” csoportot 1– 3 kimaradó területtel. A modell kialakításánál a dolgozó következő mérését hasonlítottuk össze az előzővel, időrendbe megkaptuk, hogy az aktuális mérésével melyik kategóriába sorolható a dolgozó a kimaradó terület száma alapján. A kapott csoportosítás alapján állítottuk fel a 4.6.1.1. fejezetben leírt modellt. A modell segítségével nyert eredmények szerint az „A” csoportba tartozó szakdolgozó, vagyis a hiba nélkül fertőtlenítő dolgozó kb. 0,8 eséllyel hiba nélkül fertőtleníti a kezét a következő alkalommal is, míg annak az esélye, hogy 3-nál több kimaradó területtel végezzen fertőtlenítést csupán 0,04. A „C” csoportba tartozó dolgozók, vagyis a 3-nál több területet kihagyó dolgozó esélye, hogy átkerüljenek az „A” vagy a „B” csoportba 0,76 valószínűségű, vagyis a következő mérés során már beépül az előző mérésnél megszerzett tapasztalat (61. ábra).



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

A gyengébb teljesítményű kézfertőtlenítés után a következő jobb minőségű kézfertőtlenítés elvégzésére kapott nagy valószínűség megmutatja az elektronikus berendezések pozitív hatását a kézhigiénés technika minőségének javításában (20. táblázat). A napi gyakorlatba beépített önellenőrzés során az egészségügyi személyzet szembesül a saját kezének fertőtlenítésével, vagyis a fertőtlenítésből kimaradó területek nagyságával és elhelyezkedésével. Az objektív visszajelzés hatására a következő kézfertőtlenítés során már az előző kézfertőtlenítés során kimaradt terület fokozott figyelmet kap. Ezzel magyarázható, hogy a kutatásban résztvevő dolgozóknál jóval nagyobb a valószínűsége egy jobb eredmény elérése a következő fertőtlenítésnél, kisebb terület kihagyására a fertőtlenítés során, mint az előző fertőtlenítésnél tapasztalható volt.

A modellezés során három egészségügyi intézmény kilenc osztályának egészségügyi személyzetének eredményeiből indultunk ki. A kézfertőtlenítés fontossága a napi rutinmunka során háttérbe szorul, így a figyelemfelkeltés eszköze lehet az elektronikus eszköz. Az osztályon elhelyezett és az napi gyakorlatba beépített ellenőrzés fenntartja a begyakorolt helyes kézfertőtlenítési mozdulatokat. A modellben az „A” csoport szemlélteti a kimaradó terület nélkül fertőtlenítők csoportját. Az önellenőrzés során kapott eredmények alapján, annak a valószínűsége, hogy ebbe a csoportba tartozó egészségügyi dolgozó státusza ne változzon, vagyis a következő fertőtlenítést is hiba

nélkül hajtsa végre 0,8. Ez a magas érték mutatja, hogy az ellenőrzés szerepe nem elhanyagolható a tapasztalt viselkedésformálásban.

20. 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)	<0,001
5–10 mérés során (29/178)) jobb eredményt ért el, mint az 2–4 mérés során (99/317)	<0,001
Átkerülés valószínűsége a „B” csoportból az „A” csoportba (77/115) nagyobb valószínűségű, mint az „A”-ból a „B” csoportba (51/325)	<10 ⁻¹⁵
Átkerülés valószínűsége „C” csoportból az „A”-ba (29/55) nagyobb valószínűségű, mint „A” csoportból a „C”-be (13/325)	<10 ⁻¹⁵
Átkerülés valószínűsége „C” csoportból a „B”-be (13/55) nagyobb valószínűségű, mint „B”-ből a „C” csoportba (11/115)	0,025
Átkerülés valószínűsége (B+C) az „A”-ba (106/170) nagyobb valószínűségű, mint „A” csoportból a (B+C)-be (51/325)	<10 ⁻¹⁵

A GEE modell alapján a következő kézfertőtlenítés minőségének valószínűségére kapott eredményeket a 20.táblázat mutatja, megvizsgáltuk az egyes osztályokból átkerülés valószínűségét, vagyis a visszajelzés hatását a következő kézfertőtlenítésre. Az esélye, hogy a kezét teljes mértékben bedörzsölő egészségügyi személyzet átkerüljön a „3-nál több kimaradó területtel fertőtlenítő” csoportba 0,04, vagyis jóval kisebb, mint, hogy a „3-nál több hibával fertőtlenítők” csoportjából átkerüljön a „kimaradó terület nélkül fertőtlenítők” csoportjába 0,52. A hibával fertőtlenítők csoportját képezi a (B+C) halmaz összege. Ebbe a csoportba tartozó dolgozó esélye, hogy átkerüljön a „hiba nélkül fertőtlenítők” csoportjába 0,62 valószínűségű. Annak a valószínűsége, hogy a „hiba

nélkül fertőtlenítők” csoportjának tagja átkerüljön a „hibával fertőtlenítők csoportjába” csupán 0,15.

A kapott eredmények rávilágítanak az ellenőrzés pozitív hatására. A „hibával fertőtlenítők” csoportjába tartozó dolgozók az ellenőrzés hatására magas valószínűséggel javítanak a bedörzsölés technikájukon, a látott visszajelzés alapján. A „B” csoport, a kevés hibával fertőtlenítők csoportjába tartozó dolgozó példa erre a folyamatra, ugyanis a következő mérésnél tapasztalt hatásaként 0,67 valószínűséggel már a hiba nélkül fertőtlenítők csoportjába kerül át a dolgozó.

Az eredmények alapján egy hosszabb távú vizsgálatot készítünk elő, melyben 2–3 hónap után megismételnénk a vizsgálatot. Célunk egy oktatási módszer kialakítása, mely során a megfelelő időközönként biztosítanánk tanulási, gyakorlási lehetőséget az egészségügyi dolgozók számára, így fenntartva a megtanult, begyakorolt kézhigiénés technikát.

6 Megbeszélés

A tézisek első részében a kézhygiénés ellenőrzésre engedélyezett fluoreszcein próbát vizsgáltuk, azért, hogy tudományosan is validált módszerrel végezhessük a további vizsgálatokat. A kutatás során bizonyítást nyert, hogy az UV reagenst tartalmazó fertőtlenítőszerrel végzett kézfertőtlenítésről olyan eredményt kaphatunk, melyen jól elkülöníthetőek a hiányosan fertőtlenített területek, ez az állítás a fluoreszcein próba alapja. Az UV-sugárzásban a fluoreszcein eloszlás látható, nem a fertőtlenítőszer eloszlása. Mikrobiológiai mintavétellel igazoltuk, hogy az UV reagens eloszlása megegyezik a fertőtlenítőszer eloszlásával. A kezét helyettesítő plexi vázból és marhabőr rétegből készített kézmodell segítségével végeztük el a mikrobiológiai mintavételeket. A mikrobiológiai mérés során a tenyér felszínét *Staphylococcus epidermidis* szuszpenzióba mártottuk, így egy homogénnek tekinthető szennyeződés jött létre a marhabőr réteg felszínén. A fertőtlenítés során külön régiókat, majd ábrákat rajzolva fertőtlenítettük a tenyér felszínét. A csíraszám csökkenésének a mértékét határozza meg a felvitt fertőtlenítőszer eloszlása a kézen [71,72]. Az UV sugárzásban látott fluoreszcein eloszlás eredményét rögzítettük, és a mikrobiológiai tenyésztés eredményével összevetve számítógépes képfeldolgozás segítségével elemeztük ki. A mikrobiológiai mintavétel során kitenyésztett eredmény alapján kimondhatjuk, hogy az UV sugárzásban látott eredménykép megegyezik a fertőtlenítőszer eloszlásával. A 25 mikrobiológiai mintából a fluoreszcein próba szenzitivitásra átlag 95,1% értéket, a specificitásra 98% értéket kaptunk. A vizsgálatokat teljes tenyér lenyomat készítésével tervezzük folytatni, így a közeljövőben nagyobb vizsgálati mintaszámmal alátámasztva pontosítjuk a fluoreszcein próba pontosságára vonatkozó eredményeinket. A kapott eredmények alapján fogalmazódott meg az igény egy olyan táptalaj kifejlesztésére, mely alkalmas a teljes tenyér felületéről mintavételre. A hőálló tálba öntött sík felszínű táptalajnál a tenyér középső része nem érintkezik a táptalaj felszínével, így ez a módszer alkalmatlan a tenyér középső területének a vizsgálatára. A nem érintkező felszín miatt ez a módszer nem alkalmas a fluoreszcein próba pontos vizsgálatára. A teljes kézfelszín mintavételére alkalmas mintavevő táptalaj kifejlesztésbe kezdtünk, melyen a külső vázat 3D nyomtatóval nyomtattuk ki és a memóriahab-szivacsra öntött táptalajjal töltöttük fel. A fejlesztésben a Biolab Zrt. (Budapest, Magyarország), az ACMIT (Winer Neustadt, Ausztria) és a HandInScan Kft. (Debrecen, Magyarország) munkatársai voltak a

segítségünkre. A prototípusok tesztelését megkezdtük és célzott járványtani mintavételre alkalmas táptalajként tervezzük bevezetni a kórházi gyakorlatba.

A tézisek igazolásának második lépéseként az UV technológián alapuló elektronikus berendezés (Hand-in-Scan) alkalmazásával végeztük. A kézhigiénés felmérésnél két célcsoportot választottunk ki, ahol a résztvevők a Hand-in-Scan készülékkel segítségével kaptak visszajelzést a bedörzsölés minőségéről. Az egészségügyi személyzet közül az orvostanhallgatók képviselték az első célcsoportot a kutatásban, ugyanis a szemlélet megváltoztatását a következő generációkra alapozva kell megkezdeni. Az elektronikai eszközök használata természetes a mai egyetemi hallgatók számára, nem kelt ellenvetést egy mobil, vagy számítógépes applikáció használata. A kézhigiénés technika ellenőrzésére alkalmazott standard UV fekete doboz használatának pozitív hatását mások is tapasztalták az egyetemi oktatás során [89,97], a saját felmérésünkben az UV technikán alapuló számítógépes kiértékelést használva adtunk visszajelzést a hallgatóknak. Az egyetemi oktatás keretében elsajátított kézhigiénés technika javítására vezették be a direkt visszajelzés módszerét 2011-ben a Budapesti Semmelweis Egyetemen. A gyakorlati oktatás után az első gyakorló műtői foglalkozás során a hallgatók elsajátítják a bemosakodás lépéseit. A fertőtlenítőszer eloszlás szabad szemmel nem látható, így visszajelzés nélkül a hallgatókban nem tudatosul, hogy a bemosakodás során maradhat fertőtlenített terület a kézen, ha nem megfelelő hatékonysággal végzik a felszín bedörzsölését. A diákok a saját kezükről készült felvételt láthatták eredményként, melyen piros színnel jelent meg a terület, mely kimaradt a bedörzsölés során, így a visszajelzésnél a hallgatók szembesültek a saját eredményükkel, vizualizálva a kezükön a kimaradó, nem fertőtlenített területeket. A férfi hallgatók 44%-a, a női hallgatók 35%-a szembesült a hiányosan bedörzsölt kézfelszínt mutató eredménnyel.

A számítógépes képfeldolgozás által adott kiértékelésnél a diák–oktató viszony nem befolyásolja a kapott eredmény elfogadását, emberi tényező kizárásával kaphat minősítést az elvégzett feladatról. Az azonnali visszajelzés módszerét alkalmaztuk a megfelelő kézhigiénés technika tanításához, mert a valós idejű visszajelzés a leghatékonyabb eszköz a viselkedés-formáláshoz [51].

A jelen egészségügyi dolgozói felmérésénél követéses vizsgálatot választottunk, mely során a dolgozó öntanítási folyamatát vizsgáltuk. A felméréshez csatlakozott

egészségügyi dolgozók direkt visszajelzést kaptak a kézhigiénés bedörzsölés technikájáról. A felmérésben a bedörzsölés során kimaradó területeknek a számát vizsgáltuk, összehasonlítva a következő mérés eredményével. A kiértékelésnél a hibaarányt vizsgáltuk, ami az adott mérésben résztvevő dolgozók létszáma és a mérés során kimaradó területeknek az aránya. (A 3 intézmény adataiból képzett átlagot mutatja a 58. ábra). Az első mérésben 1,3 hibaarányt mutattunk ki, így kimondható, hogy minden dolgozó, aki a mérésben részt vett, az első alkalommal átlag 1,3 kimaradó területtel fertőtleníti a kezét. Ez az arány az 5. mérésnél már csak átlag 0,26 kimaradó terület/dolgozóra csökkent (58. ábra). A bedörzsölés technikáját ellenőrizve megfigyelhető, hogy a 2. mérés során javuló eredmény után a 3. mérés során a kimaradó területek száma emelkedett a második használathoz képest. A magyarázat lehet, hogy a második használatnál tapasztalt jó eredmény a már a begyakorolt jó kézhigiénés technika érzetét keltheti, így a következő mérésnél már kevesebb figyelem összpontosul a bedörzsölés precíz kivitelezésére. A gyenge eredmény hatására kialakuló figyelem felhívás mutatkozhat meg a 4. és az 5. mérésnél, ezzel magyarázható a javuló eredmény.

A mérések elemzésénél a kimaradó területtel fertőtlenítők arányának változását is vizsgáltuk. Az első mérés során a 168 egészségügyi dolgozó 42%-ának a kézfelszínén maradt fertőtlenítetlen terület. A következő mérések során ez az arány fokozatosan javult, mely az 5. mérésre a 13%-os eredményt érte el, tehát a mérésben résztvevő dolgozók 87%-a már hibamentesen, kimaradó terület nélkül fertőtlenítette a kézfelszínét. A hibázók arányának változását mutatja az 59. ábra. Az oktatás és a visszajelzés fontosságát mutatja ez az eredmény, a napi gyakorlatba beépített visszajelzés segíthet fenntartani a megtanult és begyakorolt jó kézhigiénés technikát.

Az egészségügyi szakdolgozók, és sajnos az orvosok alacsony compliance eredményét is csak szemléletformálással lehet megváltoztatni. Azonban a compliance növelése nem elég a fertőzések visszaszorítására, a kellő mennyiségben és hatásosan végrehajtott kézfertőtlenítés jelenti a beteg maximális védelmét [59]. Erre építettük a felmérésünket, a most végző orvostan hallgatók megfelelő elméleti és gyakorlati tudással rendelkező orvoscént pozitív példát mutatva segíthetnek megváltoztatni a jelenlegi helyzetet, pozitív deviáns viselkedéssel, akár mentoraként a következő generáció hallgatóinak [18,74,98]. Az egészségügyi műhibák megelőzésének alapja a csapatmunka [99,100], a hierarchia viszont erősen befolyásolja a munkacsoport tagjait. A csapat fiatal tagjaként

figyelmeztetni idősebb, tapasztaltabb kollégát jelenleg az egészségügyben nem elfogadott [17], ezért a pozitív deviancia, mint tudatos szemléletformálás eszköze fontos a jövő egészségügyi rendszere számára [50,74,101], befolyásolva a jelenleg uralkodó hierarchikus gondolkodást. A vizsgálatunk alátámasztotta, hogy a hagyományos oktatási formák nem elegendőek a kézhigiéncia javítására. Az infekciókontroll oktatások elméleti alapot ugyan nyújtanak a dolgozóknak, de nem változtatják meg az évek alatt kialakult és berögzült szokásokat, magatartást. A kézhigiéncia fontosságára figyelmeztető plakátok figyelemfelkeltő hatása az idővel csökken, így az oktatás és ellenőrzés hatására kell építeni. A kézhigiéncia javításában a compliance növelése elsődleges fontosságú, de a kellő időben elvégzett kézfertőtlenítések minőségének is megfelelőnek kell lennie. A kutatásban kapott eredmény alapján a leggyakrabban nem fertőtlenített területek a hüvelykujj és az ujjak vége, illetve a kéz hát hüvelykujjhoz közeli területe. A WHO 6- lépéses protokollja alapján minden mozdulathoz hozzárendeltük az általa benedvesített régiót, melyet a 19. ábra mutat. A felosztás alapján kimondhatjuk, hogy a leggyakrabban kimaradó területek bedörzsöléséért az 5. és a 6. lépés a felelős. Az 5. mozdulatnál mindkét hüvelykujjat nyújtva kell tartani, miközben az egyik hüvelykujj a tenyérbe simul, a másik pedig a kéz hát kb. 1/3 részének benedvesítéséért felelős. A 6. lépésnél az összefogott ujjak végének a benedvesítése történik meg, a tenyér felszínén maradt fertőtlenítőszerrel. A két mozdulat begyakorlása nagyon fontos, ugyanis a tárgyak, eszközök megfogását is a hüvelykujj és az ujjak végének segítségével végezzük, így ennek a területnek a fertőtlenítése elengedhetetlen a betegbiztonság érdekében.

7 Következtetések

A kézhigiénés technika ellenőrzése fluoreszcein próba segítségével elterjedt eljárás, amely az UV adalék eloszlásának UV-A sugárzásban látott eredményén alapszik. A szakirodalomból azonban hiányzott az UV adalék eloszlásának és a fertőtlenítőszer által fedett kézfelszín azonosságának bizonyítása. A mikrobiológiai mintavétel során kitenyészett eredmény alapján kimondhatjuk, hogy az UV sugárzásban látott eredménykép megegyezik a fertőtlenítőszer eloszlásával. A 25 mikrobiológiai mintából a fluoreszcein próba szenzitivitásra átlag 95,1% értéket, a specificitásra átlag 98% értéket kaptunk, így a tesztre nagy pontosság jellemző. A szakirodalomból hiányzó vizsgálattal bizonyítottuk a fluoreszcein próba alkalmasságát a kézhigiénés technika vizsgálatára, az általa mutatott eredménykép megegyezik a fertőtlenítőszer eloszlással a kéz felszínén.

Magyarországon először rendszeresítettünk elektronikus eszközt az egyetemi oktatás keretében elsajátított kézhigiénés technika javítására, a sebészi bemosakodás oktatásának segítésére. A direkt visszajelzés módszerét alkalmazva, 1344 orvostanhallgató kézbedörzsölési technikáját elemeztük ki, a sebészi bemosakodás oktatását követően. Az eredmények alapján a leggyakrabban nem fertőtlenített területek a hüvelykujj és az ujjak vége, illetve a kézhát hüvelykujjhoz közeli területe. Ezen területek fertőtlenítéséért a WHO 6-lépéses protokollja alapján az 5. és a 6. lépés a felelős. Az oktatás során szükséges ennek a két mozdulatnak a begyakorlása, részletes bemutatása az oktatás során. Különbséget tapasztaltunk a nemek között is a kimaradó területek számában, így az oktatás során a férfi hallgatóknak az oktatásánál érdemes külön figyelmet fordítani az alapos gyakorlásra.

Először végeztünk olyan követéses vizsgálatot, melynek célja a kézhigiénés technika változásának vizsgálata elektronikus berendezés hatására. A 168 egészségügyi szakdolgozó bevonásával készült felmérésben a kézhigiénés bedörzsölés során kimaradó területeket vizsgáltuk. A kapott eredmény alapján a leggyakrabban nem fertőtlenített területek a hüvelykujj és az ujjak vége, illetve a kézhát hüvelykujjhoz közeli területe, hasonlóan az orvostanhallgatók felmérésében tapasztalt eredménynél. Az első mérés során az egészségügyi dolgozó 42%-ának a kézfelszínén maradt fertőtlenítetlen terület. A következő mérések során ez az arány fokozatosan javult, mely az 5. mérésre a 13%-os eredményt mértük, tehát a mérésben résztvevő dolgozók 87%-a már hibamentesen, kimaradó terület nélkül fertőtlenítette a kézfelszínét. A retrospektív vizsgálat során kapott

eredmény azt mutatta, hogy a folyamatos ellenőrzés nagyban elősegíti a helyes kézhigiénés technika elsajátítását, fenntartását. A rövid ideig tartó felmérés során, a kézen kimaradó terület nagyságának minimálisra csökkenését tapasztaltuk, ezzel is bizonyítva az ellenőrzés, és az oktatás fontosságát.

A kézhigiénés technika ellenőrzésének fontosságát mutattuk be, mind az egyetemi oktatás során, a jövő egészségügyi dolgozói körében végzett kutatásban, mind a jelen egészségügyi dolgozók körében végzett felmérés során. Mindkét területen fontos az ellenőrzés beépítése, melynek legújabb módja az elektronikus rendszerek alkalmazása. A Hand-in-Scan készülék az egyetemi oktatás részét képező eszköz, a tapasztalataink alapján az igény az önellenőrzésre már az egészségügyi személyzet részéről is jelentkezett.

7.1 Tervezett, jövőbeli feladatok



62. ábra: Hand-in-Scan készülék 2015-ben bevezetett második generációja.

A kutatás során kapott eredményeket és a résztvevőktől érkező visszajelzéseket felhasználva került megtervezésre a Hand-in-Scan készülék második generációja (62. ábra). A módosítások után a készülék felhasználhatósága jelentősen változott, gyorsabb és kényelmesebb használhatóság jellemzi az új modellt, mely azóta már 3 kontinens egészségügyi dolgozóit szolgálja.

A mikrobiológia vizsgálat eredményeként megkezdjük egy teljes kézfelszín mintavételezésére alkalmas mintavevő fejlesztését, melynek első darabjai már klinikai

kipróbálás alatt vannak. Az első visszajelzések alapján kezdtük meg 4 táptalaj fejlesztését, mely Gram pozitív, Gram negatív, összcsíraszám és gomba vizsgálatára tervezzük.

Az UV adalékkal kevert fertőtlenítőszer jelenleg csak oktatási célra engedélyezettek, napi kézhigiénés tevékenységre nem használhatók. A jelenleg használt UV adalék nehezen mosható le a kézről, így több mérés naponta nem végezhető. A rutinszerű kézhigiénés technika ellenőrzésének a bevezetését ez a tulajdonság gátolja. A HandInScan Kft. munkatársai olyan adalék fejlesztésén dolgoznak, mely a kézről könnyen eltávolítható, már egyetlen szappanos kézmosás során maradék nélkül lemosható. Az új adalékkal kevert fertőtlenítőszer alkalmazásával a napi több ellenőrzés is pontos eredményt ad, nem torzítva az előző kézfertőtlenítésből a kézen maradó adalék az újabb mérés eredményét. Ez a megoldás a rutinszerű, nem oktatási célú kézhigiénés technika ellenőrzését alapozza meg. Az elektronikus ellenőrzés bevezetésével egy objektív, pontos, számszerű adattal jellemezhetjük a dolgozó kézhigiénés technikáját, így nemcsak a compliance adatokat figyelhetnénk meg rutinszerűen a kórházi gyakorlatban, hanem a kézhigiénés technikát is jellemezni tudnánk.

8 Összefoglalás

A kutatásunk célja, hogy objektív, tudományos módszerekkel vizsgáljuk a kézhigiénés technika kivitelezését. Az alkalmazott módszer a fluoreszcein próbára épült, mely UV sugárzásban, az UV markerrel kevert fertőtlenítőszer eloszlásának egyenletességét mutatja a kéz felszínén. Első lépésként a fertőtlenítőszer eloszlását hasonlítottuk össze a fluoreszcein próba eredményével. Az UV-A sugárzásban látott fertőtlenítőszer eloszlást mikrobiológiai tenyésztéssel teszteltük, az eredményről készült digitális felvételeket hasonlítottuk össze. A vizsgálathoz fluoreszcein-próbán alapuló, számítógépes képfeldolgozást végző készüléket alkalmaztunk. A Hand-in-Scan készülék azonnali visszajelzést nyújt a fertőtlenítésből kimaradó területekről. Két kézhigiénés felmérést végeztünk, melyekbe bevontuk a jelen és a jövő egészségügyi dolgozóit is.

Az első speciális kézhigiénés oktatás és felmérés 1344 orvostanhallgató bevonásával zajlott. A kézbedörzsölés eredményét retrospektív módon értékeltük ki. A kimaradó területek statisztikai elemzése során szignifikáns különbséget találtunk a férfiak és a nők kézfertőtlenítési eredménye között a kézháton kimaradó területek tekintetében [43.4% (CI 95%: 39–48%) szemben a 34.9% (CI 95%: 32–38%)] és a domináns–nem domináns kézen kapott eredmény között [35.3% (CI 95%: 33–38%) szemben 29.0% (CI 95%: 32–38%), $p < 0.001$]. A résztvevőknek adott azonnali visszajelzés és az infekciókontroll szakember kiértékelése alapján meghatározhatóak a tipikusan kimaradó területek, az eredmények bemutatása és a vizualizáció szerepet játszik a leendő egészségügyi személyzet kézhigiénés technikájának javításában.

A második felmérésben követéses vizsgálatot alkalmaztunk a kézhigiénés technika ellenőrzése során, melyben a résztvevők azonnali visszajelzést kaptak minden egyes kézfertőtlenítésük eredményéről. A vizsgálatba 3 kórházból 168 dolgozót vontunk be, majd retrospektív kiértékelést végeztünk. A kéz felszínén kimaradó területtel fertőtlenítő dolgozók számának a csökkenését tapasztaltuk, mely 42%-ról 13%-ra ($p < 0,001$) változott. Az alábbi eredmény fenntartásának feltétele lehet az elektronikus berendezések folyamatos használata.

Summary

In this thesis work we performed an objective and systematic analysis of hand hygiene techniques. The employed UV-box technology uses UV-light to visualize the coverage of hands with UV marked alcohol-based solution. At the first step we compared the result with the dispersion of the disinfectant. The coverage of the disinfectant indicated by the UV-box was tested against microbiological cultivation results, by comparing digital images of both. We used fluorescein based computerized technology to assist this work. The Hand-in-Scan device gives immediate visual feedback identifying the missed areas. Two hand rubbing assessment studies were performed, involving current and future healthcare workers.

The first specially designed hand hygiene education and assessment program targeted 1,344 medical students at two sites in Central Europe. Hand rubbing outcome of all participants were fed to retrospective expert-driven manual evaluation. The statistical analysis of missed areas showed significant difference between male and female participants [43.4% (CI 95%: 39–48%) versus 34.9% (CI 95%: 32–38%)] dominant and non-dominant hands [35.3% (CI 95%: 33–38%) versus 29.0% (CI 95%: 32–38%), $p < 0.001$], and various zones of the hands' dorsal side. Based on the participants' feedback and the evaluation of the infection control specialists, it can be stated that the identification of typically missed patterns and the instant visual feedback have a vital role in improving the hand hygiene technique of prospective medical staff.

The second study provided a repetitive hand hygiene technique assessment giving visual feedback to participants after each hand rubbing performance. The study involved 168 healthcare workers of three Hungarian hospitals. Retrospective human expert evaluation was employed to assure the accuracy of the study. The rate of unsatisfactory hand rubbing reduced from 42% to 13% ($P < 0.001$). However, maintenance of this improved rate is likely to require continuous use of the electronic equipment.

9 Irodalomjegyzék

1. Pittet D., Boyce JM. (2001) Hand hygiene and patient care: pursuing the Semmelweis legacy. *Lancet*, (3):9-20.
2. Steed C, Kelly JW, Blackhurst D, Boeker S, Diller T, Alper P, Larson E. (2011) Hospital hand hygiene opportunities: Where and when (HOW2)? The HOW2 Benchmark Study. *Am J Infect Control*, 39(1):19–26.
3. Boyce J M., Pittet D. (2002) Guideline for hand hygiene in health-care settings - Recommendations of the Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee and the HICPAC/SHEA/APIC/IDSA Hand Hygiene Task Force. *Am J Infect Control*, 30(8):S41–S46.
4. Weber DJ, Rutala WA, Miller MB, Huslage K, Sickbert-Bennett E. (2010) Role of hospital surfaces in the transmission of emerging health care-associated pathogens: Norovirus, *Clostridium difficile*, and *Acinetobacter* species. *Am J Infect Control*, 38(5):S25–S33.
5. Pittet D, Dharan S, Touveneau S, Sauvan V, Perneger TV. (1999) Bacterial contamination of the hands of hospital staff during routine patient care. *Arch Intern Med*, 159(8):821–826.
6. Fahriye Eksi, Aysen Bayram, Murat Mehli, Sadik Akgun, Iclal Balci (2010) Microbial flora on the hands of healthcare workers. *Afr J Microbiol Res*, 4 (22) 2343–2349.
7. Boyce JM., Pittet D. (2002) Guideline for Hand Hygiene in Health-Care Settings: Recommendations of the Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee and the HICPAC/SHEA/APIC/IDSA Hand Hygiene Task Force. *Infect Control Hosp Epidemiol* 23(12):S3–S40.
8. E. Larson (1999) Skin hygiene and infection prevention: More of the same or different approaches? *Clin Infect Dis*, 29(5):1287–1294.
9. Sax H, Allegranzi B, Chraïti MN, Boyce J, Larson E, Pittet D. (2009) The World Health Organization hand hygiene observation method. *Am J Infect Control*, 37(10):827–834.

10. Schweizer ML, Reisinger HS, Ohl M, Formanek MB, Blevins A, Ward MA, Perencevich EN. (2014) Searching for an Optimal Hand Hygiene Bundle: A Meta-analysis. *Clin Infect Dis*, 58(2):248–259.
11. Erasmus V, Daha TJ, Brug H, Richardus JH, Behrendt MD, Vos MC, van Beeck EF. (2010) Systematic Review of Studies on Compliance with Hand Hygiene Guidelines in Hospital Care. *Infect Control Hosp Epidemiol*, 31(3):283–294.
12. Allegranzi B, Conway L, Larson E, Pittet D. (2014) Status of the implementation of the World Health Organization multimodal hand hygiene strategy in United States of America health care facilities. *Am J Infect Control*, 42(3):224–230.
13. Mann CM, Wood A. (2006) How much do medical students know about infection control? *J Hosp Infect*, 64(4):366–370.
14. Budimir-Hussey M, Ciprietti L, Ahmed F, Tarola C, Lo A, El-Masri M. (2013) Exploring Physician Hand Hygiene Practices and Perceptions in 2 Community-Based Canadian Hospitals. *J Patient Saf*, 9(3):140–144.
15. Duggan JM, Hensley S, Khuder S, Papadimos TJ, Jacobs L. (2008) Inverse correlation between level of professional education and rate of handwashing compliance in a teaching hospital. *Infect Control Hosp Epidemiol*, 29(6):534–538.
16. Jang JH, Wu S, Kirzner D, Moore C, Tong A, McCreight L, Stewart R, Green K, McGeer A. (2010) Physicians and hand hygiene practice: a focus group study. *J Hosp Infect*, 76(1):87–89.
17. Samuel R, Shuen A, Dendle C, Kotsanas D, Scott C, Stuart RL. (2012) Hierarchy and Hand Hygiene: Would Medical Students Speak Up to Prevent Hospital-Acquired Infection? *Infect Control Hosp Epidemiol*, 33(8):861–863.
18. Lieber SR, Mantengoli E, Saint S, Fowler KE, Fumagalli C, Bartolozzi D, Magistri L, Niccolini F, Bartoloni A. (2014) The Effect of Leadership on Hand Hygiene: Assessing Hand Hygiene Adherence prior to Patient Contact in 2 Infectious Disease Units in Tuscany. *Infect Control Hosp Epidemiol*, 35(3):313–316.
19. Tai JW, Mok ES, Ching PT, Seto WH, Pittet D. (2009) Nurses and Physicians' Perceptions of the Importance and Impact of Healthcare-Associated Infections and Hand Hygiene: a Multi-Center Exploratory Study in Hong Kong. *Infection*, 37(4):320–333.

20. Pulcini C, Williams F, Molinari N, Davey P, Nathwani D. (2011) Junior doctors' knowledge and perceptions of antibiotic resistance and prescribing: a survey in France and Scotland. *Clinical Microbiology and Infection*, 17(1):80–87.
21. Chun HK, Kim KM, Park HR. (2015) Effects of hand hygiene education and individual feedback on hand hygiene behaviour, MRSA acquisition rate and MRSA colonization pressure among intensive care unit nurses. *International Journal of Nursing Practice*, 21(6):709–715.
22. WHO guidelines on hand hygiene in health care World Health Organization. (2009):123-136.
23. C. Petty, W (2009) PACU-Why Hand Washing Is Vital! *J Perianesth Nurs*, 24(4):250–253.
24. Mayer J, Mooney B, Gundlapalli A, Harbarth S, Stoddard GJ, Rubin MA, Eutropius L, Brinton B, Samore MH. (2011) Dissemination and Sustainability of a Hospital-Wide Hand Hygiene Program Emphasizing Positive Reinforcement. *Infect Control Hosp Epidemiol*, 32(1):59–66.
25. Boyce MJ. (2011) Measuring Healthcare Worker Hand Hygiene Activity: Current Practices and Emerging Technologies. *Infect Control Hosp Epidemiol*, 32(10):1016–1028.
26. McGuckin M, Govednik J. (2015) A Review of Electronic Hand Hygiene Monitoring: Considerations for Hospital Management in Data Collection, Healthcare Worker Supervision, and Patient Perception. *Journal of Healthcare Management*, 60(5):348–361.
27. Milassin M, Böröcz K., Melles M. (2010) Módszertani levél. A kézhigiéne gyakorlata az egészségügyi és az ápolást végző szociális szolgáltatásokban. *Epinfo* 17 évfolyam 2 különszám.
28. Allegranzi B, Sax H, Bengaly L, Richet H, Minta DK, Chraïti MN, Sokona FM, Gayet-Ageron A, Bonnabry P, Pittet D. (2010) Successful Implementation of the World Health Organization Hand Hygiene Improvement Strategy in a Referral Hospital in Mali, Africa. *Infect Control Hosp Epidemiol*, 31(2):133–141.
29. Kirkland KB, Homa KA, Lasky RA, Ptak JA, Taylor EA, Splaine ME. (2012) Impact of a hospital-wide hand hygiene initiative on healthcare-associated infections: results of an interrupted time series. *BMJ Qual Saf*, 21(12):1019–1026.

30. Azim S, Juergens C, McLaws ML. (2016) An average hand hygiene day for nurses and physicians: The burden is not equal. *Am J Infect Control*, 44(7):777–781
31. Pittet D. (2001) Improving adherence to hand hygiene practice: A multidisciplinary approach. *Emerg Infect Dis*, 7(2):234–240.
32. Jarvis W. R. (1994) Handwashing--the Semmelweis lesson forgotten? *Lancet*, 344(8933):1311–1312.
33. Whitby M., McLaws ML, Ross MW. (2006) Why Healthcare workers don't wash their hands: A Behavioral explanation. *Infect Control Hosp Epidemiol*, 27(5):484–492.
34. G. Donowitz L. (1987) Handwashing technique in pediatric intensive-care unit. *Am J Dis Child*, 141(6):683–685.
35. Pittet D, Hugonnet S, Harbarth S, Mourouga P, Sauvan V, Touveneau S, Perneger TV. (2000) Effectiveness of a hospital-wide programme to improve compliance with hand hygiene. *Lancet*, 356(9248):2196–2196.
36. Cantrell D, Shamriz O, Cohen MJ, Stern Z, Block C, Brezis M. (2009) Hand hygiene compliance by physicians: Marked heterogeneity due to local culture? *Am J Infect Control*, 37(4):301–305.
37. Lankford MG, Zembower TR, Trick WE, Hacek DM, Noskin GA, Peterson LR. (2003) Influence of role models and hospital design on hand hygiene of health care workers. *Emerg Infect Dis*, 9(2):217–223.
38. Marra AR, Moura DF Jr, Paes AT, dos Santos OF, Edmond MB. (2010) Measuring Rates of Hand Hygiene Adherence in the Intensive Care Setting: A Comparative Study of Direct Observation, Product Usage, and Electronic Counting Devices. *Infect Control Hosp Epidemiol* 31(8):796–801.
39. Sharma D, Thomas GW, Foster ED, Iacovelli J, Lea KM, Streit JA, Polgreen PM. (2012) The Precision of Human-Generated Hand-Hygiene Observations: A Comparison of Human Observation with an Automated Monitoring System. *Infect Control Hosp Epidemiol*, 33(12):1259–1261.
40. Hagel S, Reischke J, Kesselmeier M, Winning J, Gastmeier P, Brunkhorst FM, Scherag A, Pletz MW. (2015) Quantifying the Hawthorne Effect in Hand Hygiene Compliance Through Comparing Direct Observation With Automated Hand Hygiene Monitoring. *Infect Control Hosp Epidemiol*, 36(8):957–962.

41. Srigley JA, Furness CD, Baker GR, Gardam M. (2014) Quantification of the Hawthorne effect in hand hygiene compliance monitoring using an electronic monitoring system: a retrospective cohort study. *BMJ Qual Saf*, 23(12):974–980.
42. Hlady CS, Severson MA, Segre AM, Polgreen PM. (2010) A Mobile Handheld Computing Application for Recording Hand Hygiene Observations. *Infect Control Hosp Epidemiol*, 31(9):975–977.
43. Sodré da Costa LS, Neves VM, Marra AR, Sampaio Camargo TZ, Fátima dos Santos Cardoso M, da Silva Victor E, Vogel C, Tahira Colman FA, Laselva CR, Pavão dos Santos OF, Edmond MB. (2013) Measuring hand hygiene compliance in a hematology-oncology unit: A comparative study of methodologies. *Am J Infect Control*, 41(11):997–1000.
44. Al-Tawfiq JA, Pittet D. (2011) Improving hand hygiene compliance in healthcare settings using behavior change theories: reflections. *Teach Learn Med*, 25(4):374-382.
45. Srigley JA, Gardam M, Fernie G, Lightfoot D, Lebovic G, Muller MP. (2015) Hand hygiene monitoring technology: a systematic review of efficacy. *J Hosp Infect*, 89(1):51–60.
46. Ward MA, Schweizer ML, Polgreen PM, Gupta K, Reisinger HS, Perencevich EN. (2014) Automated and electronically assisted hand hygiene monitoring systems: A systematic review. *Am J Infect Control*, 42(5):472–478.
47. Pineles LL, Morgan DJ, Limper HM, Weber SG, Thom KA, Perencevich EN, Harris AD, Landon E. (2014) Accuracy of a radiofrequency identification (RFID) badge system to monitor hand hygiene behavior during routine clinical activities. *Am J Infect Control*, 42(2):144–147.
48. Marra AR, Edmond MB. (2012) Hand Hygiene: State-of-the-Art Review With Emphasis on New Technologies and Mechanisms of Surveillance. *Current Infectious Disease Reports*, 14(6):585–591.
49. R. Davis C. (2010) Infection-free surgery: how to improve hand-hygiene compliance and eradicate methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* from surgical wards. *Ann R Coll Surg Engl*, 92(4):316–319.
50. Marra AR, Edmond MB. (2014) New technologies to monitor healthcare worker hand hygiene. *Clin Microbiol Infect*, 20(1):29–33.

51. Marra AR, Sampaio Camargo TZ, Magnus TP, Blaya RP, Dos Santos GB, Guastelli LR, Rodrigues RD, Prado M, Victor Eda S, Bogossian H, Monte JC, dos Santos OF, Oyama CK, Edmond MB. (2014) The use of real-time feedback via wireless technology to improve hand hygiene compliance. *Am J Infect Control*, 42(6):608–611.
52. Filho MA, Marra AR, Magnus TP, Rodrigues RD, Prado M, de Souza Santini TR, da Silva Victor E, Ishibe EI, Pavão Dos Santos OF, Edmond MB (2014) Comparison of human and electronic observation for the measurement of compliance with hand hygiene. *Am J Infect Control*, 42(11):1188–1192.
53. Vaidotas M, Yokota PK, Marra AR, Camargo TZ, Victor Eda S, Gysi DM, Leal F, Santos OF, Edmond MB. (2015) Measuring hand hygiene compliance rates at hospital entrances. *Am J Infect Control*, 43(7):694–696.
54. Edmond MB, Goodell A, Zuelzer W, Sanogo K, Elam K, Bearman G. (2010) Successful use of alcohol sensor technology to monitor and report hand hygiene compliance. *J Hosp Infect*, 76(4):364–365.
55. Armellino D, Hussain E, Schilling ME, Senicola W, Eichorn A, Dlugacz Y, Farber BF. (2012) Using High-Technology to Enforce Low-Technology Safety Measures: The Use of Third-party Remote Video Auditing and Real-time Feedback in Healthcare. *Clin Infect Dis*, 54(1):1–7.
56. Armellino D, Trivedi M, Law I, Singh N, Schilling ME, Hussain E, Farber B. (2013) Replicating changes in hand hygiene in a surgical intensive care unit with remote video auditing and feedback. *Am J Infect Control*, 41(10):925–927.
57. Palmore TN, Henderson DK. (2012) Big Brother is Washing. Video Surveillance for Hand Hygiene Adherence, Through the Lenses of Efficacy and Privacy. *Clin Infect Dis*, 54(1):8–9.
58. Haidegger Tamás, Varga Viktor, Lehotsky Ákos, Róna Péter, Pethes Róbert, Kovács Levente, Szerémy Péter, Szilágyi László, Ferenci Tamás (2015.) Information Technology Tools Employed in Infection Control. 16th IEEE International Symposium on Computational Intelligence and Informatics, BUDAPEST:339–344.
59. Chen LF, Carriker C, Staheli R, Isaacs P, Elliott B, Miller BA, Anderson DJ, Moehring RW, Vereen S, Bringham J, Rhodes L, Strittholt N, Sexton DJ. (2013) Observing and Improving Hand Hygiene Compliance: Implementation and Refinement

of an Electronic-Assisted Direct-Observer Hand Hygiene Audit Program. *Infect Control Hosp Epidemiol*, 34(2):207–210.

60. Reilly JS, Price L, Lang S, Robertson C, Cheater F, Skinner K, Chow A. (2016) A Pragmatic Randomized Controlled Trial of 6-step vs 3-step Hand Hygiene Technique in Acute Hospital Care in United Kingdom. *Infect Control Hosp Epidemiol*, 37(6):661–666.

61. Ayliffe GA, Babb JR, Quoraishi AH. (1978) Test for hygienic hand disinfection. *J Clin Pathol*, 31(10):923–928.

62. Chow A, Arah OA, Chan SP, Poh BF, Krishnan P, Ng WK, Choudhury S, Chan J, Ang B. (2012) Alcohol handrubbing and chlorhexidine handwashing protocols for routine hospital practice: A randomized clinical trial of protocol efficacy and time effectiveness. *Am J Infect Control*, 40(9):800–805.

63. Kampf G, Reichel M, Feil Y, Eggerstedt S, Kaulfers PM.. (2008) Influence of rub-in technique on required application time and hand coverage in hygienic hand disinfection. *BMC Infectious Diseases*, 8:149-155.

64. Stewardson AJ, Iten A, Camus V, Gayet-Ageron A, Caulfield D, Lacey G, Pittet D. (2014) Efficacy of a New Educational Tool to Improve Handrubbing Technique amongst Healthcare Workers: A Controlled, Before-After Study. *Plos One*, 9(9):23-32.

65. Higgins A, Hannan MM. (2013) Improved hand hygiene technique and compliance in healthcare workers using gaming technology. *J Hosp Infect*, 84(1):32–37.

66. Ghosh A, Ameling S, Zhou J, Lacey G, Creamer E, Dolan A, Sherlock O, Humphreys H. (2013) Pilot evaluation of a ward-based automated hand hygiene training system. *Am J Infect Control*, 41(4):368–370.

67. Szilagyi L, Lehotsky A, Nagy M, Haidegger T.: Stery-Hand: a New Device to Support Hand Disinfection. In: 2010 Annual International Conference of the Ieee Engineering in Medicine and Biology Society., edn.; 2010: 4756–4759.

68. Nagy M, Szilagyi L., Lehotsky A., Haidegger T., Benyo B.: An Image-Guided Tool to Prevent Hospital Acquired Infections. In: Medical Imaging 2011: Image Processing. Volume 7962, edn. Edited by Dawant BM, Haynor DR; 2011.

69. Z. Papp (2010) Az új technológiák veszélyei: RFID és az elektronikus útlel. *Hadmérnök, V.évfolyam 4.szám:248-254.*

70. Saleh MA, Kamel A, el-Demerdash A, Jones J. (1998) Penetration of household insecticides through different types of textile fabrics. *Chemosphere*, 36(7):1543–1552.
71. Szilágyi L, Haidegger T, Lehotsky A, Nagy M, Csonka EA, Sun X, Ooi KL, Fisher D. (2013) A large-scale assessment of hand hygiene quality and the effectiveness of the "WHO 6-steps". *BMC Infect Dis*, 13:54-63.
72. Widmer AF, Conzelmann M, Tomic M, Frei R, Stranden AM. (2007) Introducing alcohol-based hand rub for hand hygiene: The critical need for training. *Infect Control Hosp Epidemiol*, 28(1):50–54.
73. D'Alessandro D, Agodi A, Auxilia F, Brusaferrero S, Calligaris L, Ferrante M, Montagna MT, Mura I, Napoli C, Pasquarella C, Righi E, Rossini A, Semeraro V, Tardivo S. (2014) Prevention of healthcare associated infections: Medical and nursing students' knowledge in Italy. *Nurse Educ Today*, 34(2):191–195.
74. Marra AR, Noritomi DT, Westheimer Cavalcante AJ, Sampaio Camargo TZ, Bortoleto RP, Durao Junior MS, Apisarnthanarak A, Laselva C, de Souza Pimentel W, Rolim Ferraz LJ, Fátima dos Santos Cardoso M, da Silva Victor E, Pavão dos Santos OF, Neto MC, Edmond MB (2013) A multicenter study using positive deviance for improving hand hygiene compliance. *Am J Infect Control*, 41(11):984–988.
75. Tavalacci M, Ladner J. (2008) Prevention of nosocomial infection and standard precautions: Knowledge and source of information among healthcare students. *Infect Control Hosp Epidemiol*, 29(7):642–647.
76. van de Mortel TF, Apostolopoulou E, Petrikkos G. (2010) A comparison of the hand hygiene knowledge, beliefs, and practices of Greek nursing and medical students. *Am J Infect Control*, 38(1):75–77.
77. Doyle P, VanDenKerkhof EG, Edge DS, Ginsburg L, Goldstein DH. (2015) Self-reported patient safety competence among Canadian medical students and postgraduate trainees: a cross-sectional survey. *BMJ Qual Saf*, 24(2):135–141.
78. Huang Y, Xie W, Zeng J, Law F, Ba-Thein W. (2013) Limited knowledge and practice of Chinese medical students regarding health-care associated infections. *J Infect Dev Ctries*, 7(2):144–151.
79. Graf K, Chaberny IF, Vonberg RP. (2011) Beliefs about hand hygiene: A survey in medical students in their first clinical year. *Am J Infect Control*, 39(10):885–888.

80. Wong TW, Tam WW. (2005) Handwashing practice and the use of personal protective equipment among medical students after the SARS epidemic in Hong Kong. *Am J Infect Control*, 33(10):580–586.
81. Polacco MA, Shinkunas L, Perencevich EN, Kaldjian LC, Reisinger HS. (2015) See one, do one, teach one: Hand hygiene attitudes among medical students, interns, and faculty. *Am J Infect Control*, 43(2):159–161.
82. Fisher D, Pereira L, Ng TM, Patlovich K, Teo F, Hsu LY. (2010) Teaching hand hygiene to medical students using a hands-on approach. *J Hosp Infect*, 76(1):86–87.
83. Kaur R, Razee H, Seale H. (2014) Facilitators and barriers around teaching concepts of hand hygiene to undergraduate medical students. *J Hosp Infect*, 88(1):28–33.
84. Pinheiro J, Douglas B. (2000) *Mixed-Effects Models in S and S-PLUS*. Springer New York:5-25.
85. James W Hardin, Joseph M. Hilbe (2012) *Generalized estimating equations*. Boca Raton: CRC Press:48-63.
86. Geert M., Geert V. (2005) *Models for Discrete Longitudinal Data*. New York: Springer:35-41.
87. A. Colin Cameron, Pravin K. Trivedi (1998) *Regression Analysis of Count Data*. Cambridge University Press:148-163.
88. Ulrich H, Soren H. (2006) The R Package geepack for Generalized Estimating Equations. *J Stat Softw*, 15(2):1–11.
89. Vanyolos E, Peto K, Viszlai A, Miko I, Furka I, Nemeth N, Orosi P. (2015) Usage of Ultraviolet Test Method for Monitoring the Efficacy of Surgical Hand Rub Technique Among Medical Students. *J Surg Educ*, 72(3):530–535.
90. van de Mortel T, Bourke R, McLoughlin J, Nonu M, Reis M. (2001) Gender influences handwashing rates in the critical care unit. *Am J Infect Control*, 29(6):395–399.
91. Pittet D. (2000) Improving compliance with hand hygiene in hospitals. *Infect Control Hosp Epidemiol*, 21(6):381–386.
92. Zimakoff J, Kjelsberg AB, Larsen SO, Holstein B. (1992) A multicenter questionnaire investigation of attitudes toward hand hygiene, assessed by the staff in 15 hospitals in Denmark and Norway. *Am J Infect Control*, 20(2):58–64.

93. Guinan ME, McGuckin-Guinan M, Sevareid A. (1997) Who washes hands after using the bathrooms? *Am J Infect Control*, 25(5):424–425.
94. Stender J, Rosenberg FA. (1998) Study of handwashing procedures in the bathrooms of Boston-area hospitals. *Am J Infect Control*, 26(4):451–452.
95. Mackert M, Liang MC, Champlin S (2013) "Think the sink:" Preliminary evaluation of a handwashing promotion campaign. *Am J Infect Control*, 41(3):275–277.
96. Hardyck C, Petrinovich L. F. (1977) Left-Handedness. *Psychological Bulletin*, 84(3):385–404.
97. Scheithauer S, Haefner H, Schwanz T, Lopez-Gonzalez L, Bank C, Schulze-Röbbecke R, Weishoff-Houben M, Lemmen SW. (2012) Hand hygiene in medical students: Performance, education and knowledge. *Int J Hyg Environ Health*, 215(5):536–539.
98. Snow M, White GL Jr, Alder SC, Stanford JB. (2006) Mentor's hand hygiene practices influence student's hand hygiene rates. *Am J Infect Control*, 34(1):18–24.
99. Cosby KS, Croskerry P. (2004) Profiles in patient safety: Authority gradients in medical error. *Acad Emerg Med*, 11(12):1341–1345.
100. L. Helmreich R. (2000) On error management: lessons from aviation. *BMJ* 320(7237):781–785.
101. Marra AR, Pavão Dos Santos OF, Cendoroglo Neto M, Edmond MB. (2013) Positive Deviance: A New Tool for Infection Prevention and Patient Safety. *Curr Infect Dis Rep*, 15(6):544–548.

10 Saját publikációk

1. Szilágyi L, Haidegger T, Lehotsky A, Nagy M, Csonka EA, Sun X, Ooi KL, Fisher D. : 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, 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.
3. Lehotsky Á, Szilágyi L, Demeter-Iclánzan A, Haidegger T, Wéber Gy.: 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

11 Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretném köszönetemet és tiszteletemet kifejezni mindazoknak, akik segítségemre voltak a dolgozatom elkészítésében.

Szeretnék köszönetet mondani a témavezetőmnek, Prof. Dr. Wéber Györgynek, aki a munkámat irányította, és szakmai tudásával, tanácsaival nélkülözhetetlen szerepet játszott a dolgozatom elkészítésében.

Köszönettel tartozom a Semmelweis Egyetem Orvosi Mikrobiológiai Intézet igazgatójának, Dr. Szabó Dórának és Dr. Kovács Miklós főorvosnak a Bethesda Gyermekkorház mikrobiológia laboratóriumának vezetőjének, akik lehetővé tették, hogy a mikrobiológiai méréseket elvégezzem. Továbbá hálával tartozom a laboratórium munkatársainak, aki segítségemre voltak, hasznos tanácsokkal láttak el.

Köszönettel tartozom a Bethesda Kórház, a Miskolci Semmelweis Kórház valamint a Szegedi Egyetem Gyermekklinika vezetőségének és dolgozóinak, hogy a felméréshez csatlakoztak és munkámat segítették.

A biostatistikai számításokban nyújtott segítségért szeretnék köszönetet mondani Dr. Ferenci Tamásnak valamint Prof. Dr. Szilágyi Lászlónak, aki a tudományos publikációkban támogatták a munkámat.

Köszönet illeti Sári Viola hallgatómat, aki segítségemre volt a mikrobiológia mérések kivitelezésénél.

Végezetül szeretném megköszönni a HandInScan Kft. vezetőinek Róna Péternek és Dr. Haidegger Tamásnak és a cég munkatársainak, hogy a technikai háttérrel biztosították, valamint az ACMIT vezetőinek és munkatársainak, hogy a műszaki és anyagi háttér biztosításában segítségemre voltak.

12 Függelék