

INNOVATÍV ÉS DIGITÁLIS EGÉSZSÉGIPARI TECHNOLÓGIÁK FEJLESZTÉSE ÉS ÉRTÉKELÉSE

DIGITÁLIS ORVOSTECHNIKAI ESZKÖZÖK (DOE) ÉRTÉKELÉSE: HATÁSOSság, BIZTONSÁGOSSág ÉS TÁRSADALMI HASZNOSULÁS

Digitális eszközadatok hasznosítása a klinikai döntéshozatalban

avagy mit tudunk kiolvasni a DOE-k adataiból, ami segíti a gyógyítást, a gyógyulást?

Péntek Márta, Gulácsi László, Zrubka Zsombor, Hölgyesi Áron, Kovács Levente



TKP-2021-NKTA-36



AZ NKFI ALAPBÓL
MEGVALÓSULÓ
PROJEKT

AI alapú digitális orvostechnikai eszközök



Mesterséges intelligencia (AI) alkalmazási területek

I. Beültethető orvostechnikai eszközök

II. Robotsebészet

III. Segítő robotok (tapasztalatok, otthoni ápolás, kórházi ellátás)

IV. Egészségügyi chatbotok

V. Gyermekkori cukorbetegség

VI. Fogászat

VII. Kéz higiénia

5. Digitális eszközadatok hasznosítása egészségügyi döntéshozatalhoz

5.
Digitális
eszközadatok
hasznosítása
orvosi
döntéshozatal-
ban

Munkahelyi stressz és szívritmus variabilitás

Virtuális valóság alkalmazása gerincsebészetben

Digitális eszközadatok (inzulin pumpa, vércukor szenzor)
gyermekkori cukorbetegségben

Digitális megoldások kéz-higiéné javítására az egészségügyben

A szívritmus variabilitás a stresszes állapotok felismerésének egyik gyakran alkalmazott digitális biomarkere.

Az ipar 5.0 modell a human-kiberfizikai rendszerek, vagyis az emberek és az internet által összeköztött okoseszközök - kiberfizikai rendszerek - integrációján alapul. Az human kiberfizikai rendszerben az ember-gép kapcsolat azonnali finomhangolása a dolgozók élettani monitorozása alapján történik. Ha a munkaköri igénybevétel meghaladja a dolgozó képességeit, stresszállapot lép fel. Kérdés, hogy a szívritmus variabilitás hasznos indikátor lehet-e a humán-kiberfizikai rendszerekben dolgozó gyári munkások állapotának monitorozására?

Kutatásunk célja az akut munkavégzéshez kapcsolódó stressz és a szívritmus variabilitás kapcsolatát elemző vizsgálatok szisztematikus áttekintése volt.

2000 Január és 2022 Június között 14 vizsgálatot sikerült azonosítani, amelyek a munkahelyi stresszről és szívritmus-variabilitásról közöltek adatokat. A kettő kapcsolatát azonban csak öt vizsgálat elemezte.

Az eredmények rámutattak az akut munkahelyi stressz és a szívritmus-variabilitás mérési nehézségeire, és a korábbi vizsgálatok hiányosságaira. Bár a munkahelyi stressz a csökkent szívritmus variabilitás közti kapcsolatot sikerült kimutatni, a vizsgálati elrendezések nem voltak alkalmasak arra, hogy igazolják, alkalmas-e a szívritmus-variabilitás mérése a normál munkavégzés közben jelentkező akut munkavégzéshez kapcsolódó stressz felismerésére. Ezáltal a szívritmus-variabilitás mérésén alapuló azonnali adaptív intervenciók eredményeiről sem állnak rendelkezésre adatok.

Szisztematikus irodalmi áttekintésünkben **nem találtunk bizonyítékot, hogy a szívritmus-variabilitás mérése alkalmas lenne gyári munkásoknál az akut munkavégzéshez kapcsolódó stressz diagnosztizálására**, amely az Ipar 5.0 humán-kiberfizikai rendszereiben azonnali adaptív intervenciók alapjául szolgálhatna.

A kiterjesztett-valóság alapú okosszemüvegek alkalmazása terjed a gerincsebészetben, melyek segítik a csigolyanyúlványok rögzítőcsavarjainak pontos elhelyezését, a precíz navigációt gerincműtétek során.

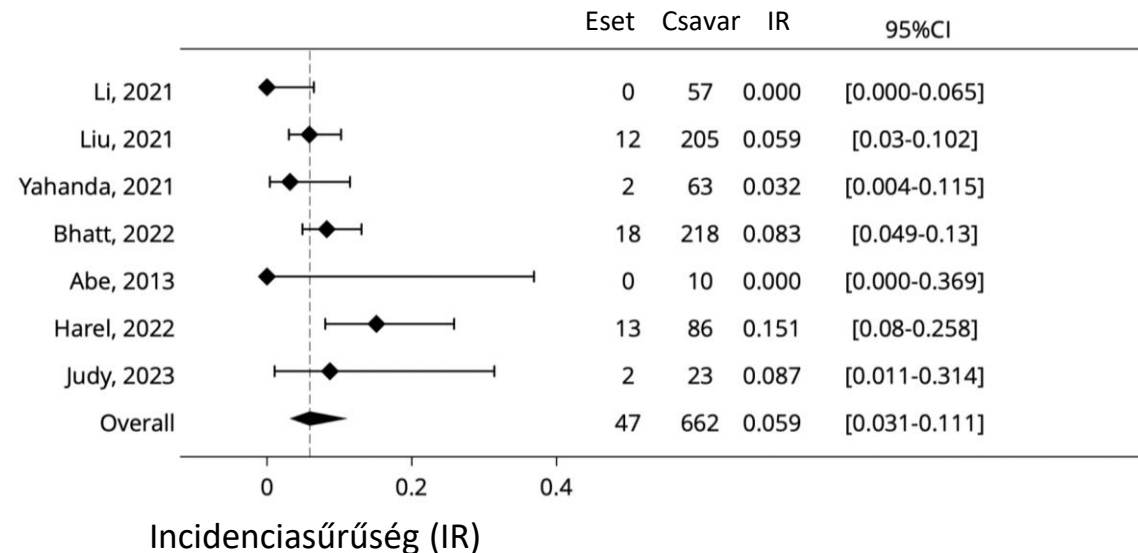
Kutatásunk célja a kiterjesztett valóság alapú eszközökkel élő betegeken végzett gerincműtétek eredményeinek szisztematikus irodalmi áttekintése és szintézise volt.

A kiterjesztett valóság alapú okosszemüvegek használata elősegítheti a gerincműtétek precíz végrehajtását.

Az irodalmi adatok összegzése során a minimálisnál nagyobb eltérés előfordulási gyakorisága mindössze 1.2 % volt, ami megközelíti a költségesebb robot-asszisztált beavatkozások eredményeit.

A szisztematikus irodalomkeresés során hét publikációt azonosítottunk, amelyek összesen 272 betegnél 1268 csavar beültetése eredményeiről számoltak be. Az esetek mindössze 7.0%-ában nem volt tökéletes a csavarok elhelyezkedése (47 / 662), és 1.2%-ban volt az eltérés a minimális 2 mm-nél nagyobb (16 / 1268). Ezek az eredmények hasonlóak a költségesebb robot-asszisztált beavatkozásokéhoz.

Csavarok nem tökéletes illeszkedése

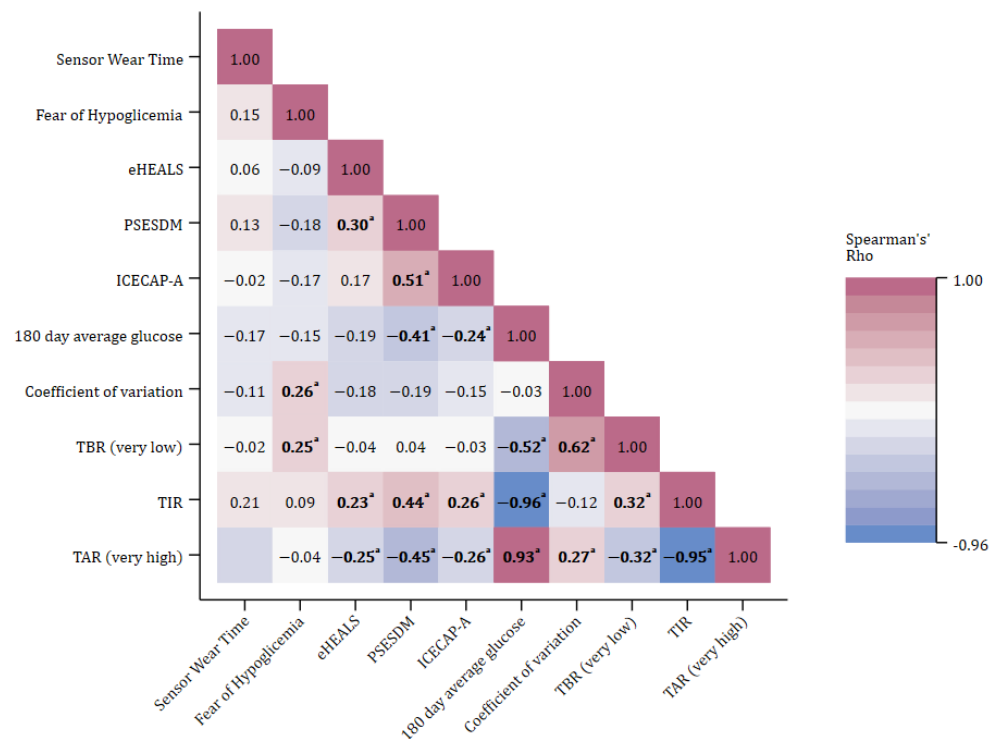


Vizsgálat

Cél: Digitális eszközhasználat és terápiás hatékonyság kapcsolatának vizsgálata gyermekkori diabéteszben.

- Szisztematikus szakirodalmi áttekintés és kumulatív meta-regresszió
- Keresztmetszeti kérdőíves vizsgálat CGM szenzort használó gyermek–szülő párokkal (N = 79)
- Szülői jellemzők vizsgálata standard kérdőívekkel

Eredmények



1. Ábra. Szenzorviselés, szülői jellemzők és glikémiás kimenetelek közötti korreláció

A digitális eszközök hatásossága alátámasztott, de **gyermekkori diabéteszben kevesebb és rosszabb minőségű az evidencia.**

A folyamatos adatrögzítés önmagában nem garantál jobb kimeneteleket: a **szülői magabiztosság és egészségműveltség kulcsfontosságú.**

A **szülői kompetenciák fejlesztése és az eszközadatok megfelelő integrálása a terápiás döntéshozatalba elengedhetetlen a személyre szabott ellátás javításához.**

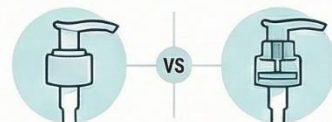
A hatékony kézfertőtlenítéshez a megfelelő kézmosási technikán túl alapvető a fertőtlenítőszer megfelelő adagolása. A digitális adagolók javíthatják a kézfertőtlenítés minőségét.

ADAGOLÓ KIALAKÍTÁSA ÉS MEGBÍZHATÓSÁGA



STATISZTIKA
Az adagolók 40%-a nem éri el a biztonságos minimumot.

Öt vizagált piacvezető típusból kettő kevesebbet adagolt a Leapfrog által előírt 1,0 ml-nél.



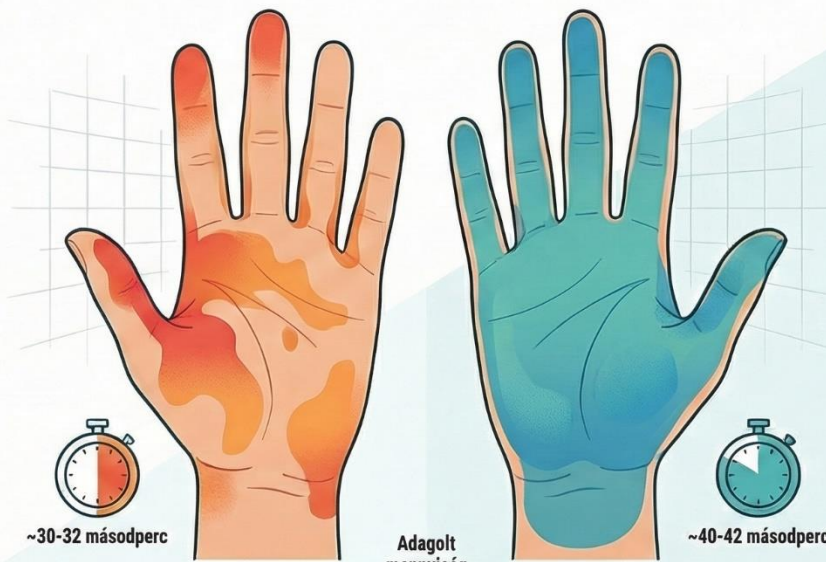
1-FÁZISÚ PUMPA
precízebb és konzisztensebb

2-FÁZISÚ PUMPA
jelentős adagolási ingadozás, párolgás, levegővel történő mozgítás miatt



KULCSFONTOSÁGÚ MEGÁLLAPÍTÁS
A használati gyakoriság befolyásolja a teljesítményt. Kikülső használat esetén drasztikusan csökken a kijuttatott mennyiség.

Kézhiigiéné: Miért Kulcsfontosságú a Pontos Adagolás?



ELÉGTELEN ADAGOLÁS
(1,5 ml)

Átlagos lefedettségi hiba: > 5%.
Főleg a hüvelykujj és a kézfej marad lefedetlen.

Lefedettségi hiba (átlag)

Száradási idő (átlag)

OPTIMÁLIS ADAGOLÁS
(3,0 ml)

Átlagos lefedettségi hiba: < 1,5%.
Biztosítja a valódi biztonságot.



MENNYISÉG, ÁLLAG ÉS LEFEDTTSÉG

FOLYADÉK
jobban terül kis mennyiségben



GÉL
kevésbé terül



A 3 ml-es adagolás biztosítja a valódi biztonságot, bár a száradási idő nő.

Főbb eredmények röviden

3 klinikai területen elemeztük a DOE-kből származó digitális adatokat a klinikai kimenetellel

Szívritmus variabilitás és a stressz kapcsolata:

Szisztematikus szakirodalmi áttekintés alapján kimutattuk, hogy a munkahelyi stressz és szívritmus variabilitás nem mutat szignifikáns összefüggést, ezért nem alkalmazható a stressz indirekt mérésére.

Virtuális valóság alapú gerincsebészet

Szisztematikus szakirodalmi áttekintés alapján felhívtuk a figyelmet arra, hogy a virtuális valóság alapú gerincsebészetben kis számú klinikai vizsgálatokból áll rendelkezésre, de az azokból levonható hatásossági és biztonságossági bizonyítékok azért is gyengék, mer a vizsgálatok nem egységes kimenetel mércéket alkalmaznak és felépítésük és eltérő. Ugyanennyi betegszámú vizsgálatból több döntéshozatalt segítő adatot lehetne létrehozni a vizsgálati tervezés javításával.

Gyermekkori 1-es típusú cukorbetegség

Keresztmetszeti vizsgálatunkban együttesen elemeztünk eszközös adatokat és betegség kimeneteleket, beleértve az életminőség kimeneteleket is. Azt találtuk, hogy a vércukor szenzor és inzulin pumpa adatok folyamatos adatrögzítése önmagában nem garantál jobb egészség eredményeket (kimeneteleket), a szülői magabiztosság és egészségműveltség kulcsfontosságú.

Főbb TKP publikációk a témában

3 szakcikk, Scimago Journal Ranking (SJR): D1: 1; Q1: 4; Q2: 1

Szakcikkek

1. Tran T, Péntek M, Hossein M, Abonyi J, Kovács L, Gulácsi L, Eigner G, Zrubka Z, Ruppert T. Heart Rate Variability Measurement to Assess Acute Work-Content-Related Stress of Workers in Industrial Manufacturing Environment—A Systematic Scoping Review. IEEE TRANSACTIONS ON SYSTEMS MAN AND CYBERNETICS: SYSTEMS 53 : 11 pp. 6685-6692. , 8 p. (2023) <https://ieeexplore.ieee.org/document/10177984> **SJR D1**
2. Móga K, Hölgyesi Á, Zrubka Z, Péntek M, Haidegger T. Augmented or Mixed Reality Enhanced Head-Mounted Display Navigation for In Vivo Spine Surgery: A Systematic Review of Clinical Outcomes JOURNAL OF CLINICAL MEDICINE 12 : 11 Paper: 3788 , 14 p. (2023) <https://www.mdpi.com/2077-0383/12/11/3788> **SJR Q1**
3. Áron, Hölgyesi ; Andrea, Luczay ; Péter, Tóth-Heyn ; Zsombor, Zrubka ; László, Gulácsi ; Levente, Kovács ; Attila, Szabó ; Eszter, Muzslay ; Eszter, Világos ; Petra, Baji and Márta Péntek. The Associations of the Longitudinal Glucose Sensor Data for Children having Type 1 Diabetes and Parental Characteristics. ACTA POLYTECHNICA HUNGARICA 22 : 10 pp. 167-189. , 23 p. (2025) https://acta.uni-obuda.hu/Holgyesi_Luczay_TothHeyn_Zrubka_Gulacsi_Kovacs_Szabo_Muzslay_Vilagos_Baji_Pentek_162.pdf **SJR Q2**
4. Smith, Nicole M. ✉ ; Bansaghi, Szava ; Chen, Nanshan ; Neal, Travis B. ; McNulty, John J. ; Haidegger, Tamas P. ; Arbogast, James W. Importance of dosing: Analysis of touch-free hand hygiene dispensers for consistency. AMERICAN JOURNAL OF INFECTION CONTROL 53 : 6 pp. 696-700. , 5 p. (2025) <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S019665532500063X> **SJR Q1**
5. Voniatis, Constantinos ; Bánsághi, Száva ; Veres, Dániel Sándor ; Szerémy, Péter ; Jedlovszky-Hajdu, Angela ; Sziártó, Attila ; Haidegger, Tamás ✉ Evidence-based hand hygiene: Liquid or gel handrub, does it matter? ANTIMICROBIAL RESISTANCE AND INFECTION CONTROL 12 : 1 Paper: 12 , 12 p. (2023) <https://link.springer.com/article/10.1186/s13756-023-01212-4> **SJR Q1**
6. Kopcsóné Németh, Irén A. ; Nádor, Csaba ; Szilágyi, László ; Lehotsky, Ákos ; Haidegger, Tamás ✉. Establishing a Learning Model for Correct Hand Hygiene Technique in a NICU. JOURNAL OF CLINICAL MEDICINE 11 : 15 Paper: 4276 , 13 p. (2022) <https://www.mdpi.com/2077-0383/11/15/4276> **SJR Q1**

Konferenciaközlemények

1. Hölgyesi Á, Zrubka Z, Kovács L, Gulácsi L, Szerencsés D, Péntek M. Parental self-efficacy in pediatric type 1 diabetes management and device use: a literature review. In: Szakál, Anikó (szerk.) 19th IEEE International Symposium on Applied Computational Intelligence and Informatics SACI 2025 : Proceedings Danvers (MA), Amerikai Egyesült Államok : IEEE (2025) 755 p. pp. 621-625. , 5 p. <https://ieeexplore.ieee.org/document/11030089>
2. Hana, Alabdulkarim ; Zrubka, Zsombor. How Effective is Continuous Glucose Monitoring? A Comparison of different Random Effect Meta- analysis Techniques. In: Szakál, Anikó (szerk.) IEEE 21st International Symposium on Intelligent Systems and Informatics (SISY 2023) Budapest, Magyarország : IEEE Hungary Section (2023) 663 p. pp. 477-480. , 4 p. <https://ieeexplore.ieee.org/document/10417956>

A kutatás a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs alap Tématerületi Kiválóság Program (TKP2021-NKTA-36) támogatásával az „Innovatív és digitális egészségipari technológiák fejlesztése és értékelése - Digitális orvostechnikai eszközök értékelése: hatásosság, biztonságosság és társadalmi hasznosulás” kutatási projekt keretében jött létre az Óbudai Egyetemen.

Köszönetünket fejezzük ki a kutatásokban résztvevő társszerzőknek, kollégáknak, pácienseknek és családtagjaiknak.

Levelezés: Prof. Dr. Péntek Márta, az MTA doktora
alprojekt-vezető
pentek.marta@uni-obuda.hu



NEMZETI KUTATÁSI, FEJLESZTÉSI
ÉS INNOVÁCIÓS HIVATAL

AZ NKFI ALAPBÓL
MEGVALÓSULÓ
PROJEKT