

ERGONÓMIAI KOCKÁZATÉRTÉKELÉSI MÓDSZEREK ÖSSZEGYŰJTÉSE ÉS RENDSZEREZÉSE

COLLECTION AND CATEGORISATION OF ERGONOMIC RISK ASSESSMENT METHODS

Babicsné Horváth Mária babicsne.horvath.maria@gtk.bme.hu, Bór Dorina, Balla Bianka, Hercegfői Károly

ÖSSZEFOGLALÁS

Az ergonómiai kockázatértékelés és a munkavállalók védelme sokkal fontosabbak napjainkban, mint valaha. Több gyűjtés és összefoglalás is megtalálható a szakirodalomban az ergonómiai kockázatértékelési módszerekről, azonban ezek többsége nem teljeskörű vagy területre specializálódott. Jelen munkánkban az ergonómiai kockázatértékelési módszerek felkutatására és azok rendszerezésére, kategorizálására fókuszáltunk.

ABSTRACT

Ergonomic risk assessment and worker protection are more important today than ever before. Several collections and summaries of ergonomic risk assessment methods can be found in the literature, but most of these are not comprehensive or field-specific. In the present work, we have focused on the search for ergonomic risk assessment methods and their systematisation and categorisation.

1. BEVEZETÉS

Az ergonómiai kockázatértékelés manapság elengedhetetlen a magyar vállalatok számára, hiszen a Munkavédelmi törvény írja elő, azaz kötelező jelleggel kell teljesíteniük a cégeknek. Napjainkban a sok munkahelyi intézkedés és az egyre finomodó szabályozás ellenére még mindig történik több munkahelyi sérülés. Azt gondolhatnánk, hogy az OECD (Gazdasági Együttműködési és Fejlesztési Szervezet) országokban már nem léteznek nagyon veszélyes munkahelyek az ipari forradalom és a digitalizáció miatt, de sokan dolgoznak veszélyes munkakörben, vagy veszélyesnek nem tűnő munkakörben, ami valójában sok veszélyt hordozhat. Ezeknek gyakran hosszú

távú hatásai vannak, pl. hátfájás, ízületi gyulladás, sérv stb.

Fontos, hogy feltárjuk és elkerüljük ezeket a sérüléseket. Nyilvánvaló, hogy a munkavállalók szeretnék megőrizni jó egészségi állapotukat, de a munkáltatónak is érdeke fűződik ehhez. A fejlett országokban a munkáltatónak kártérítést és betegszabadságot kell fizetnie baleset vagy megbetegedés esetén, aminek csak egy részét vállalja át a biztosító. Másrészt a kiesett dolgozó pótlása mindenképpen többletköltséggel jár (új dolgozó betanítása vagy régi dolgozó túlórája, esetleges időkiesés stb.). Továbbá a kockázat következtében létrejövő baleset vagy megbetegedés megtörténte előtti fázisban gyakran teljesítménycsökkenés és/vagy a munkavállalók elégedettségének csökkenése figyelhető meg (pl. a kellemetlenségérzet következtében), így az ergonómiai kockázatok csökkentését célzó módszerek alkalmazása a balesetekből és betegségekkel adódó károkon túli előnyökkel is jár.

Ergonómiai kockázat esetén annak a valószínűségéről beszélünk, hogy az Ember – Gép – Környezet rendszer valamelyik tényleges eleme a gép és a felhasználó interakciója során sérül meg. Az ergonómiai kockázat értékelése során pedig ennek a kockázatnak az értékét kapjuk meg valamilyen módszer segítségével. Elsősorban a munkavállaló testtartását, mozdulatait és erőfeszítését vesszük figyelembe, és ezek alapján határozható meg egy kockázati szint, általában a potenciális vázizomrendszeri megbetegedésekhez köthetően.

Mindezek alapján látható, hogy az ergonómiai kockázatértékelési módszerek nagyon fontosak. Nehéz azonban egy adott munkakörhöz vagy környezethez megfelelő módszert találni, és nagy gyakorlatra vagy sok kutatásra van szükség ahhoz, hogy megértsük a módszerek

közötti különbségeket. Ezzel a tanulmánnyal ebben szeretnénk segíteni, áttekintést nyújtva a megfigyelésen alapuló módszerekről. Azért választottuk a megfigyelésen alapuló módszereket, mert kis eszközigényűek. Igyekszünk bemutatni azokat a módszereket, amelyek széles körben elérhetőek és könnyen megvalósíthatók, ugyanakkor objektív eredményt nyújtanak.

Mivel az ipari munkahelyeken a balesetek gyakoribbak és súlyosabbak, mint az irodai munkáknál, és az ipari munkafolyamatok változatosabb mozgásokat és pozíciókat, munkakörnyezetet és eszközöket igényelnek, az értékelési módszerek is túlnyomórészt az ipari munkahelyek értékelésére összpontosítanak.

A szakirodalomban több cikk található az ergonómiai kockázatértékelési módszerek összehasonlítása témakörben. Legtöbbjük egy adott ipari munkafolyamat példáján keresztül tette ezt (pl. erdészeti faiskola [1][2], bútorgyártás [3], raktározás [4], autóipar, gyógyszeripar [5], építőipar [6] stb.). Ez nagyon hasznos, ha a munkafolyamat jellegzetes mozdulatokat tartalmaz, azonban a módszerek alkalmazhatósága korlátozott.

A területspecifikus cikkek mellett néhány cikk általánosabb módszereket is bemutatnak, például a papír-ceruza módszereket [7], vagy tágabb értelemben véve mind az önbevalláson alapuló, mind a megfigyelésen alapuló, mind a közvetlen mérésen alapuló módszerek általános áttekintését és leírását. [8]

Áttekintésünkben 40 megfigyelésen alapuló ergonómiai kockázatelemzési módszerről adunk képet. Ezt nem területspecifikusan és nem konkrét munkafolyamatokra tesszük, hanem osztályozzuk, hogy melyik módszer melyik testrészt, milyen terhelést, erő kifejtést, emelést stb. vesz figyelembe. Így egy vállalaton belül több különböző munkafolyamatra is kiválaszthatjuk a legmegfelelőbb értékelési módszereket.

2. MÓDSZER

A kockázatértékelési módszerek keresésére tíz hetet fordítottunk. A keresés elsősorban a Web of Science, Scopus, Google Scholar, Research Gate, PubMed, Taylor & Francis Online és SpringerLink oldalakon keresztül történt.

A felvételi kritériumok a következők voltak: a cikkeknek angol nyelvűnek kellett lenniük, és megfigyelésen alapuló ergonómiai kockázatértékelési módszereket kellett bemutatniuk. A találatok maximalizálása

érdekében különböző kulcsszavakat alkalmaztunk, pl.: ergonomic risk analysis, ergonomic risk assessment, ergonomic assessment, ergonomic evaluation methods.

A keresési fázis után összehasonlítottuk a talált módszereket, és kizártuk a duplikátumokat, majd felosztottuk a talált 59 különböző módszert. A következő hónapokban összegyűjtöttük az információkat ezekről a módszerekről. Ez további kutatást igényelt a módszerekkel kapcsolatban, ezért több forrást használtunk fel ezek bemutatásakor.

A következő szempontokra összpontosítottunk:

- Rövidítés jelentése
- Kidolgozás helye, ideje
- Alkalmazás helye
- Alkalmazási terület
- Használati körülményei
- Főbb jellemzők
- Bemenetek
- Kimenetek
- Használat módja, lépései
- Figyelembe vett testtartások/testrészek
- A módszer korlátai
- Szabványt vagy egyéb módszert felhasznál

Végül az összegyűjtött adatok alapján a módszereket különböző szempontok mentén kategorizálni lehetett.

3. EREDMÉNYEK

Metaanalízisünk eredményei tartalmazzák az ergonómiai kockázatértékelési módszerek kategorizálását, előzetesen feldolgozott listáját, valamint az ergonómiai kockázatértékelés taxonómiai helyzetének szakmai kidolgozását.

3.1. Az összegyűjtött módszerek történeti sorrendje

Az összegyűjtött módszerek keletkezési adatait tekintve az 1. táblázatban szereplő módszerek közül az elsők (OWAS [9], WISHA) az 1970-es években születtek az USA-ban és Finnországban. [9][10] A publikálási évtizedek szerinti bemutatás csalóka: a vizsgált adatbázisok az '50-es, '60-as, '70-es évekből jóval kevesebb publikációt tartalmaznak, mint a későbbi évtizedekből; másrészt az ergonómia tudomány és szakma, így egyes módszereknél a keletkezés és az ipari felhasználás jóval megelőzhette a tudományos alaposágú bemutatást és validálást.

1. táblázat. A gyűjtött módszerek száma publikálási évtizedenként szerint

Évtized	Módszerek száma	Országok
1970-1979	2	Finnország, USA
1980-1989	2	Finnország, USA
1990-1999	15	USA, Egyesült Királyság, Svédország, Olaszország, Németország
2000-2009	11	USA, Egyesült Királyság, Dél-Korea, Németország
2010 óta	13	Spanyolország, Svédország, Olaszország, Kanada, Magyarország, Egyesült Királyság, USA, Hollandia

A fejlettebb országokban az '50-es években kezdett széles körben elterjedni az ergonómia, majd a '90-es években volt egyfajta reneszánsza. Beépült a tudományba, az innovációs folyamatokba és a fogyasztói társadalomba. [11] Így nem csoda, hogy a legtöbb általunk talált publikáció ebben az utóbbi időszakban született, főként az USA-ban (Snook táblázatok [12], RMFA [13], BRIEF [14], a Keyserlings-féle Halmozódó Sérülések Ellenőrzőlistájának kéz-alkar része [15], JSI [16], RSI, PATH [17]), az Egyesült Királyságban (RULA [18], QEC [19], PLIBEL [20]), Németországban (KIM I. (KIM-LHC), KIM II. (KIM-PP) és Olaszországban (OCRA [21], MAPO [22]).

Még a 2000-es években is az USA dominált az új módszerek létrehozásában (ACGIH TLV/HAL [23], OHIO BWC emelési irányelvek [24], ULA-UC & LBA-UC [25], a Deréktáji Nyomóerő Modell [26], TDA[27]), de az Egyesült Királyság (REBA [28], MAC [29], Kéz-Kar Rezgésszámítás [30]), Németország (KIM III. (KIM MHO) [31]) is hozzájárult, és Dél-Korea (USA együttműködés a LUBA-val [32]) is új módszert hozott létre.

A 2010 óta eltelt években azonban számos módszert fejlesztettek ki az eddig is domináns USA-n (Utah-i Vállmozgás-bebecslés [33], OHIO BWC tolás-húzás irányelvek [34], Washington állam-beli Elővigyázatossági és Veszélyességi Ellenőrzőlista [35]) és az Egyesült Királyságon (RAPP [36], ART [37]) kívül is, mint például Koreában (AWBA [38]), Olaszországban (Járműipari Testhelyzet-értékelés, PRASAD [39]), Magyarországon (CERA [40], CERA Office [41]), Spanyolországban (NERPA [42]), Kanadában (ROSA [43]), Svédországban (RAMP [44]) és Hollandiában (HARM [23]).

2. táblázat. A gyűjtött módszerek száma országonként: (az amerikai-koreai koprodukción mindkét helyen beleszámítva)

Ország	Módszerek száma
USA	18
Egyesült Királyság	8
Olaszország	4
Németország	3
Svédország	2
Finnország	2
Dél-Korea	2
Magyarország	2
Hollandia	1
Spanyolország	1
Kanada	1

A 2. táblázatban összefoglaltuk a módszerek számát országokra lebontva. Látható, hogy a talált módszerek közül a legtöbbet az Egyesült Államokban (vagy ottani közreműködéssel) fejlesztették ki és publikálták, amit követ az Egyesült Királyság és Olaszország. Fontos megjegyezni, hogy keresésünk során angol nyelvű forrásokból dolgoztunk, ezért érthető, hogy az angol nyelvterületek kerültek itt is előtérbe.

3.2. Az ergonómiai kockázatértékelés fő kategorizálása

Tanulmányunk eredményeként a vizsgált, megfigyelésen alapuló kockázatértékelési módszereket négy fő kategóriába soroltuk, nevezetesen az általános módszerek, az emelési módszerek, a tolás-húzással foglalkozó módszerek és a speciális módszerek közé.

A legtágabb kategória az általános módszerek, ahova 27 módszer tartozik. Ezek a módszerek általában áttekintést adnak a megfigyelt feladatokban és munkafolyamatokban jelen lévő többféle ergonómiai kockázatról. Az általános módszerek kategóriába tartozó módszerek a következők: Washington állam-beli Elővigyázatossági és Veszélyességi Ellenőrzőlista, REBA, RULA, JSI, OWAS, CERA, ART, QEC, NERPA, RSI, az ACGIH TLV/HAL, OCRA, Utah -i Vállmozgás-bebecslés, RMFA, ULA-UC és LBA-UC, HARM, a Keyserlings-féle Halmozódó Sérülések Ellenőrzőlistája, KIM-MHO, LUBA, PATH, BRIEF és a Járműipari Testhelyzet-értékelés.

A következő kategóriák mélyebbre fűrő módszereket tartalmaznak, amelyek az általános módszerekkel ellentétben az ergonómiai kockázatértékelés egy adott szempontjára összpontosítanak. A második és harmadik

kategória, nevezetesen az emelési és a tolás-húzásműveletekkel foglalkozó módszerek olyan módszereket tartalmaznak, amelyek a kézi anyagmozgatási feladatokra összpontosítanak. Nyolc módszer az emelési módszerekre összpontosít, nevezetesen a MAC, a NIOSH RLE, az OHIO BWC emelési irányelvek, a RAMP megfelelő kérdéscsoportja, a WISHA Emelészámítás, a Liberty MMMH táblázatok megfelelő szakaszai, a Deréktáji Nyomóerő Modell és a KIM-LHC. Mindegyik módszer más-más megközelítést alkalmaz az emelési munkafolyamatok értékelésére. A tolás-húzással foglalkozó módszerek kategóriájába hat módszert soroltunk, nevezetesen a RAMP kérdéseinek megfelelő részalmazát, a Liberty MMMH táblázatok tolás-húzás táblázatait, a RAPP módszert, az OHIO BWC tolás-húzás irányelveket, a Utah-i Vállmozgás-becslés) módszert és a KIM-PP módszert. A teheremelés és tolás-húzás műveletekkel foglalkozó módszerekkel kapcsolatos részleteket a kézi tehermozgatással kapcsolatos kockázatértékelési módszerekről szóló alfejezetben tárgyaljuk.

Az utolsó fő kategória, amelyet azonosítottunk, a specifikus módszerek. Eznégymódszert, az AWBA, a ROSA, a MAPO és a Kéz-Kar Rezgésszámítás módszert tartalmazza. Olyan módszereket soroltunk ebbe a kategóriába, amelyek vagy egy adott területen értékelik a munkafolyamatokat, mint a mezőgazdasági munkafolyamatokat az AWBA esetében, a számítógépes munkahelyeknél a ROSA esetében, kórházi munkánál a MAPO esetében, vagy az ergonómiai kockázatok egy speciális típusát vizsgálják, például a rezgésnek való kitettség kockázatát a Kéz-Kar Rezgésszámítás esetében.

3.3. Általános kockázatértékelési módszerek

Az általános módszerek kategóriája a legnagyobb és legvegyesebb az összes közül. A kategóriába tartozó módszerek célja az ergonómiai kockázatok átfogó, általános értékelése különböző kontextusokban. A munkahelyek és folyamatok e kezdeti, szűrő jellegű értékelése az egyes testrészek mozgásához és megterheléséhez kapcsolódó ergonómiai kockázatok értékelik. A következő táblázatban bemutatunk egy keretrendszert, és ez alapján elemezzük az általunk kiválasztott általános módszereket. A keretrendszer a felső és alsó testrészek megkülönböztetésére épül. Ezeket az

alkategóriákat aztán tovább részletezzük a mozgó testrészek alapján, ízületek szerint csoportosítva, mint például a felkar és az alkar (könyöknél felosztva) vagy a törzs és a láb (csípőnél felosztva). Az adott ízületeket akkor vesszük figyelembe, ha az egyes mozgások ergonómiai kockázat szempontjából jelentősek. A 3. táblázat a vizsgált módszerek keretrendszer szerinti besorolását mutatja. Az értékelt általános módszerek többsége nagyon átfogó és az egész testet figyelembe veszi (REBA, RULA, CERA, NERPA, RSI, RMFA, PATH, BRIEF és a Járműipari Testhelyzet-értékelés).

3. táblázat Általános kockázatértékelési módszerek által vizsgált testtájak összevetése

Módszer	Felsőtest						Alsótest			
	Nyak/fej	Váll	Felkar	Alkar	Kéz/csuikló	Ujjak	Törzs/hát	Csípő	Láb	Lábfej
REBA	x	x	x	x	x		x		x	
RULA	x	x	x	x	x		x		x	
JSI				x	x					
OWAS			x				x		x	
CERA	x		x	x			x		x	
ART	x		x		x	x	x			
Washington állam Elővigyázatossági és Veszélyességi Ellenőrzőlista	x	x	x	x	x					
QEC	x		x	x	x		x			
NERPA	x	x	x	x	x		x		x	
OCRA			x	x	x					
ACGIH TLV/HAL					x					
Utah-i Vállmozgás- becslés			x	x						
RSI	x		x	x		x	x		x	
RMFA	x	x	x	x	x	x	x		x	x
ULA-UC & LBA- UC	x	x	x	x	x		x		x	
HARM			x	x	x					
KC				x	x	x				
LUBA	x		x	x	x		x			
PATH	x		x	x			x		x	
BRIEF	x	x	x	x	x	x	x		x	
Járműipari Testhelyzet- értékelés	x		x	x	x		x	x	x	

Ezen túlmenően a felső és alsó test értékelésének megkülönböztetése néhány általános módszer szerkezetében is megjelenik (ULA-UC és LBA-UC). Érdekes módon a

kiválasztott módszerekben jelen volt a kizárólag a felsőtest értékelése (ART, QEC, LUBA), de egyik sem értékelte kizárólag az alsótestet.

Vannak olyan általános módszerek is a gyűjtésünkben, amelyek kifejezetten egy testtájakra összpontosítottak, mint például a JSI, az OCRA, az ACGIH TLV/HAL, a HARM, a Utah-i Vállmozgás-becslés és a Keyserlings-féle Halmazódó Sérülések Ellenőrzőlistája, amelyek a felső végtagok értékelésére koncentrálnak. A talált módszerek között a legtöbb a felső végtagokra fókuszál, ami azzal is magyarázható, hogy a munkafolyamatok többségéhez a felsőtest használata szükséges.

Fontos megjegyezni, hogy nem minden módszer illik a fent említett kategóriákba. Egyes általános módszerek csak érintőlegesen tartalmaznak testrészeket, ami megnehezíti a besorolásukat (OWAS, Washington állam Elővigyázatossági és Veszélyességi Ellenőrzőlistája, KIM III.). Egy másik megjegyzésünk, hogy a módszerek leírásában az ízület és a testrészfogalmakat felváltva használják, ami megnehezíti az összehasonlításukat.

Összességében elmondható erről a kategóriáról, hogy minél több testrészt vesz figyelembe az adott módszer, annál általánosabb képet kapunk a munkafolyamat kockázatáról. Azok a módszerek, amik csak néhány testrészt fókuszálnak, az adott testrésztől sokkal részletesebb kockázati eredményt adnak.

3.4. Kézi tehermozgatással kapcsolatos kockázatértékelési módszerek

Az emelés, leengedés, cipelés és tolás-húzás ergonómiai kockázatértékelésének különböző típusai különböző módon csoportosíthatók. Az egyik legnagyobb különbség az általános kockázatértékelések és a kézi tehermozgatások kockázatértékelései között a fókuszban van: az utóbbiak nem foglalják magába a testrészek részletes mozgásának és a testtartások értékelését. Ezért az összehasonlító bemutatásukhoz két további táblázatra van szükség. Az egyik az emelés, leengedés és cipelés műveletek kockázatértékelési módszereihez (4. táblázat), a másik pedig a tolás-húzás műveletek módszereihez (5. táblázat). A táblázatokban észrevehető duplikációk az adott módszerek külön-külön részei miatt fordulnak elő, például az Ohio BWC vagy a Snook táblázatok módszerek esetében külön modul létezik a teheremelésre és a tolás-húzás műveletekre is.

A 4. táblázatban láthatjuk, hogy az összes felsorolt értékelés tartalmazza az emelendő teher tömege és a függőleges emelési zónák szempontjait. E két szempont elengedhetetlen a kockázatértékeléshez, azonban több módszer is figyelembe veszi a vízszintes emelési zónákat és a teheremelés gyakoriságát is. A további szempontok kisebb számban jelennek meg. A legtöbb szempontot figyelembe vevő módszerek a RAMP és a KIM I., amiket követ a NIOSH, a WISHA, majd a Snook táblázatok és a MAC.

4. táblázat. Teheremelésre vonatkozó kockázatértékelési módszerek által figyelembe vett szempontok összevetése

Módszer	Tömeg	Megfogás minősége	Vízszintes emelési zónák	Függőleges emelési zónák	Környezeti tényezők	Emelés gyakorisága	Emelés időtartama	Több emberes emelés	Egykezes emelés	Kétkezes emelés	Csavarás (törzs)	Emelő neve
MAC	x	x	x	x	x							
NIOSH=RL E	x	x	x	x		x	x					
Washington állam Elővigyázatossági és Veszélyességi Ellenőrzőlistája	x			x		x						
OHIO BWC emelési irányelvek	x		x	x		x			x	x		
QEC	x			x		x						
RAMP	x	x	x	x	x	x		x	x	x		
WISHA Emelésszámítás	x		x	x		x	x				x	
Snook táblázatok	x		x	x		x						x
Deréktáji Nyomóerő Modell	x		x	x						x		
KIM I. (KIM-LHC)	x		x	x	x	x	x				x	x

A 4. és 5. táblázat összevetéséből megállapítható, hogy egyes teheremelési vizsgáló módszerek előfordulnak tolás-húzással foglalkozó része, de a legtöbb módszer vagy teheremeléssel, vagy tolás-húzás műveletekkel foglalkozik. A 4. táblázattal ellentétben az 5. táblázatban a teher tömegén kívül látható olyan szempont, amit kiemelkedően sok módszer vesz figyelembe. Ez azzal is magyarázható, hogy a

módszerek különböző elvek szerint működnek. Vannak olyan módszerek, mint például az OHIO BWC tolás-húzás irányelvek vagy a Snook táblázatok, amik a munkavállaló magasságát is figyelembe veszik, megállapítva, hogy az adott testmagasság a populáció hány mely percentilisének. Emellett vannak egyszerűbb módszerek, mint a RAPP, ahol a testmagasság nem jelenik meg, azonban a környezeti tényezők és a megtett távolság igen. A legtöbb szempontot figyelembevevő módszer a RAMP és az OHIO BWC húzás-tolás irányelvek.

5. táblázat. Tolás-húzás műveletekrevonatkozó kockázatértékelési módszerek által figyelembe vett szempontok összevetése

Módszer	Kezdeti erőfejlesztés (N)	Folyamatos erőfejlesztés (N)	Megfogás minősége	Telher tömege	Környezeti tényezők	Gyakoriság	Időtartam/Távolság	Több emberes tolás/húzás	Egykezes tolás-húzás	Kétkeszes tolás-húzás	Kéz magassága
RAMP	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Snook tables	x	x		x		x					x
RAPP	x		x	x	x		x				
OHIO BWC push-pull guidelines		x	x	x					x	x	x
KIM II. (KIM-PP)				x	x	x	x				

Összességében – hasonlóan, mint ahogy az általános módszereknél megállapítottuk, hogy minél több testrészt vesz figyelembe, annál általánosabb képet adnak – a tolás-húzás műveletekre és a teheremelésre koncentrázó módszerek részletessége a minél több szempont figyelembevételében rejlik.

3.5. Specifikus módszerek

Keretrendszerünkben négy módszert soroltunk a specifikus módszerek közé. Az AWBA, a ROSA és a MAPO az alkalmazási területükre vonatkozó sajátosságaik, valamint a környezeti szempontok hangsúlyos jelenléte miatt tartoznak ide. Az AWBA módszert a mezőgazdasági testtartás értékelésére

fejlesztették ki, a ROSA pedig az irodai munkahelyeket értékeli. A MAPO egy kifejezetten kórházi kockázatértékelésre kifejlesztett módszer, ezért speciális szabványokra épül, és így a kifejezetten kórházakban zajló egészségügyi ellátásra jellemző helyzeteket is magában foglalja. A Kéz-Kar Rezgésszámítást egy másik okból minősítettük különlegesnek. Olyan feladatokat értékel, amelyeknél a rezgések kifejezetten negatív egészségügyi hatással lehetnek a munkavállalókra.

3.6. Alkalmazási terület

A téma korábbi metaanalíziseiben az ergonómiai kockázatértékelési módszerek alkalmazási területének meghatározása többféleképpen történt. Tanulmányunkban mi is ilyen típusú adatokat kutattunk, azonban számos nehézséget és ellentmondást azonosítottunk, amiket érdekes lenne tovább vizsgálni. Először is öt területet azonosítottunk: ipari, mezőgazdasági, irodai (elsősorban számítógép képernyője előtt), orvosi és egyéb. Sok publikációban azonban az ajánlott alkalmazási terület vagy hiányzott, vagy csak általánosan volt megfogalmazva (pl. fizikai munka). Azt is tapasztaljuk, hogy ennek a pontosításnak a hiánya veszélyes és zavaró lehet, mivel az egyes területeken jelentősen eltérő szabványok és előírások érvényesek. Következésképpen úgy véljük, hogy az ajánlott alkalmazási terület feltüntetésének a jövőben mindenképpen hozzá kellene járulnia az ergonómiai kockázatértékelési módszerek fejlesztéséhez, és a már létező módszereket is újra kellene értékelni ebből a szempontból. Amennyiben a módszer több helyen is alkalmazható, úgy erről is lehet tájékoztatást adni.

3.7. A kockázatértékelési módszerek eredményének típusai

Az ergonómiai kockázatértékelési módszerek leggyakoribb kimeneti értéke a pontozásos és/vagy szín-alapú kategorizálás. Ezek mindegyikéhez a kategória magyarázatát adják meg, jellemzően a kockázat szintjének (alacsony, közepes, magas) besorolásával, vagy esetleg az intézkedés szintjének (pl. nem szükséges intézkedés, szükséges intézkedés, azonnali intézkedés szükséges) megadásával. A kategóriák száma módszerenként változik. Ahol csak pontszámok szerepelnek, ott a kategóriák száma kettő (ROSA), három (WISHA)

Emelésszámítás, BRIEF), négy (RULA, OWAS), vagy öt (REBA). A pontszámok az egyes módszerek esetében 1 és 15 között vannak. A színskálák esetében a leggyakoribb a három kategória (zöld, sárga, piros), beleértve a CERA, ART, OHIO BWC emelési irányelvek, RAMP, ACGIH TLV/HAL, OHIO BWC tolás-húzás irányelvek, Járműipari Testhelyzet-értékelés. De van, ahol négy kategória jelenik meg (zöld, sárga, narancssárga és piros vagy zöld, sárga, piros és sötétvörös vagy lila), mint a MAC, AWBA, és RMFA esetében, vagy öt (fehér, halványsárga, sárga, narancssárga, sötétvörös) a QEC esetében. Ahol vannak pontszám-kategóriák és színosztályozások is, ott hasonló osztályozással és hozzárendelt színekkel dolgoznak. Az RSI és a HARM esetében három kategória, a KIM I-III. esetében négy kategória, az OCRA esetében pedig öt kategória létezik.

Egyes kategóriákhoz nem tartozik szín, de van külön elnevezésük, mint például a Keyserlings-féle Halmozódó Sérülések Ellenőrzőlistája (nullás, pipa és csillag kategóriák) és a LUBA (I-IV. kategória).

Vannak azonban teljesen különböző kimenettípusok is, pl. az adott helyzetben és körülmények között felemelhető terhelés maximális értéke (NIOSH), vagy az adott tevékenységet elvégezni képes férfiak és nők jellemző százalékos arányának meghatározása (Snook táblázatok). És vannak olyanok is, amelyek egyszerűen azt határozzák meg, hogy a vizsgált munkafolyamatban van-e veszélyes tevékenység vagy nincs (Washington állam Elővigyázatossági és Veszélyességi Ellenőrzőlistája).

Fontos még megemlíteni, hogy az általános módszerek esetében gyakrabban figyelhető meg az összesítés, míg a kézi anyagmozgatással foglalkozó módszereknél a végső pontszám általában csak egyfajta rangsorolást ad, hogy melyik munkafolyamatot szükséges hamarabb áttervezni.

3.8. A kutatás korlátai

A tanulmányunkban bemutatott kutatás korlátai közé sorolható, hogy bár hosszasan, több kulcsszó-variáció használatával kerestük a módszereket, nem mondható ki, hogy az összes módszert megtaláltuk, így azok rendszerezése sem lehet teljeskörű. Szakértőként úgy látjuk, hogy a kategóriák meghatározásának nagyon sok lehetséges módja van. A kulcsszavakból

eredően több képernyős munkahelyre alkalmazható módszer nem került előtérbe, valószínűsíthetően azért, mert ott főként a környezeti tényezők kerülnek előtérbe. A módszerek jelen kategorizálása mellett fontos lehet a részletesség elemzése is, amit mi csak részben említettünk. Például a testtájak alapján összevetett módszereknél nem mindegy, hogy a törzs terhelésének meghatározása kettő vagy négy fokú skálán történik.

4. KONKLÚZIÓ

Összességében a kutatás sikeresnek tekinthető, mert számos módszert gyűjtöttünk össze több szempontból rendszereztük azokat.

A terület azonban sok helyen elágazik, ezért nagy szakmai összefogásra lesz szükség, hogy átfogó iránymutatást lehessen adni. A módszerek azon belül, hogy megfigyelés-alapúak, különböző szerkezetűek. A gyakran előforduló cselekvéselemzés mellett a módszerekben előfordulnak kérdőív-elemek is (pl. Washington állam Elővigyázatossági és Veszélyességi Ellenőrzőlistája, QEC). A különbözőségek miatt nehezen összehasonlíthatók. A kutatást tehát érdemes tovább folytatni.

Határozottan úgy véljük, hogy az ergonómiai kockázatértékelési módszerek tudományos alaposságú taxonómiájának létrehozása jelentős segítséget jelentene az iparnak.

5. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A kutatás az Új Nemzeti Kiválóság Program kutatói ösztöndíj keretében valósult meg az Innovációs és Technológiai Minisztérium és a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alap támogatásával.

6. IRODALOM

- [1] S. Unver-Okan, H. H. Acar, and A. Kaya, "Determination of work postures with different ergonomic risk assessment methods in forest nurseries," *Fresenius Environ. Bull.*, vol. 26, no. 12, pp. 7362–7371, 2017.
- [2] M. ève Chiasson, D. Imbeau, K. Aubry, and A. Delisle, "Comparing the results of eight methods used to evaluate risk factors associated with musculoskeletal disorders," *Int. J. Ind. Ergon.*, vol. 42, no. 5, pp. 478–488, 2012, doi: 10.1016/j.ergon.2012.07.003.
- [3] H. Amjad, C. Keith, M. Russell, and S. Steve, "Using Ergonomic Risk

- Assessment Methods for Designing Inclusive Work Practices: A Case Study,” *Hum. Factors Ergon. Manuf.*, vol. 16, no. 1, pp. 337–355, 2006, doi: 10.1002/hfm.
- [4] T. R. Waters, V. Putz-Anderson, and S. Baron, “Methods for assessing the physical demands of manual lifting: A review and case study from warehousing,” *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.*, vol. 59, no. 12, pp. 871–881, 1998, doi: 10.1080/15428119891011045.
- [5] S. Mishra, S. Kannan, C. Manager, A. Statistics, R. Comments, and E. Alert, “Comparing the Effectiveness of Three Ergonomic Risk Assessment Methods—RULA, LUBA, and NERPA—to Predict the Upper Extremity Musculoskeletal Disorders,” *Indian J. Occup. Int. Med.*, vol. 23, no. 1, pp. 8–13, 2019, doi: 10.4103/ijoem.IJOEM.
- [6] N. Inyang, M. Al-Hussein, M. El-Rich, and S. Al-Jibouri, “Ergonomic Analysis and the Need for Its Integration for Planning and Assessing Construction Tasks,” *J. Constr. Eng. Manag.*, vol. 138, no. 12, pp. 1370–1376, 2012, doi: 10.1061/(asce)co.1943-7862.0000556.
- [7] M. Nasrull Abdol Rahman and N. Syafiq Abd Razak, “Review on Pen and Paper Based Observational Methods for Assessing Work-related Upper Limb Disorders,” *Indian J. Sci. Technol.*, vol. 9, no. S1, pp. 1–11, 2016, doi: 10.17485/ijst/2016/v9is1/106822.
- [8] W. J. A. Grooten and E. Johansson, “Observational Methods for Assessing Ergonomic Risks for Work-Related Musculoskeletal Disorders. A Scoping Review,” *Rev. Ciencias la Salud*, vol. 16, no. SPE, p. 8, 2018, [Online]. Available: <https://revistas.urosario.edu.co/index.php/revsalud/article/view/6840>.
- [9] O. Karhu, P. Kansil, and I. Kuorinka, “Correcting working postures in industry: A practical method for analysis,” *Appl. Ergon.*, vol. 8, no. 4, pp. 199–201, 1977, doi: 10.1016/0003-6870(77)90164-8.
- [10] J. Date, N. Analyst, L. Back, and K. Note, “Washington State WISHA Screening Tool (Modified),” pp. 1–7.
- [11] K. Hercegfı and L. Izsó, *Ergonomía*. 2010.
- [12] V. M. Ciriello and S. H. Snook, “A study of size, distance, height, and frequency effects on manual handling tasks,” *Hum. Factors*, vol. 25, no. 5, 1983, doi: 10.1177/001872088302500502.
- [13] S. H. Rodgers, “Rodgers Muscle Fatigue Analysis,” *Consultant*, vol. 7, no. 1992, pp. 5–7, 2006.
- [14] Humantech Inc, “Applied Ergonomic Training Manual,” *South Padre Island, Texas*, 1993.
- [15] W. M. Keyserling, D. S. Stetson, B. A. Silverstein, and M. L. Brouwer, “A checklist for evaluating ergonomic risk factors associated with upper extremity cumulative trauma disorders,” *Ergonomics*, vol. 36, no. 7, pp. 807–831, 1993, doi: 10.1080/00140139308967945.
- [16] J. S. Moore and A. Garg, “The Strain Index: a proposed method to analyze jobs for risk of distal upper extremity disorders,” *Am Ind Hyg Assoc J*, 1995, doi: 10.1080/15428119591016863.
- [17] B. Buchholz, V. Paquet, L. Punnett, D. Lee, and S. Moir, “PATH: A work sampling-based approach to ergonomic job analysis for construction and other non-repetitive work,” *Appl. Ergon.*, vol. 27, no. 3, pp. 177–187, 1996, doi: 10.1016/0003-6870(95)00078-X.
- [18] L. McAtamney and E. Nigel Corlett, “RULA: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders,” *Appl. Ergon.*, 1993, doi: 10.1016/0003-6870(93)90080-S.
- [19] G. Li and P. Buckle, “Practical method for the assessment of work-related musculoskeletal risks - Quick Exposure Check (QEC),” *Proc. Hum. Factors Ergon. Soc.*, vol. 2, pp. 1351–1355, 1998, doi: 10.1177/154193129804201905.
- [20] K. Kemmlert, “A method assigned for the identification of ergonomic hazards - PLIBEL,” *Appl. Ergon.*, vol. 26, no. 3, pp. 199–211, 1995, doi: 10.1016/0003-6870(95)00022-5.
- [21] M. Savino, A. Mazza, and D. Battini, “New easy to use postural assessment method through visual management,” *Int. J. Ind. Ergon.*, vol. 53, pp. 48–58, 2016, doi: 10.1016/j.ergon.2015.09.014.
- [22] N. Battevi, O. Menoni, M. G. Ricci, and

- S. Cairoli, "MAPO index for risk assessment of patient manual handling in hospital wards: A validation study," *Ergonomics*, vol. 49, no. 7, pp. 671–687, 2006, doi: 10.1080/00140130600581041.
- [23] A. Garg *et al.*, "The Strain Index (SI) and Threshold Limit Value (TLV) for Hand Activity Level (HAL): Risk of carpal tunnel syndrome (CTS) in a prospective cohort," *Ergonomics*, vol. 55, no. 4, pp. 396–414, 2012, doi: 10.1080/00140139.2011.644328.
- [24] I. Wireman, "The process of identifying and implementing ergonomic controls in the packaging of motors," in *Advances in Human Factors, Ergonomics, and Safety in Manufacturing and Service Industries*, 2010.
- [25] I. L. Janowitz *et al.*, "Measuring the physical demands of work in hospital settings: Design and implementation of an ergonomics assessment," *Appl. Ergon.*, vol. 37, no. 5, pp. 641–658, 2006, doi: 10.1016/j.apergo.2005.08.004.
- [26] A. S. Merryweather, M. C. Loertscher, and D. S. Bloswick, "A revised back compressive force estimation model for ergonomic evaluation of lifting tasks," *Work*, vol. 34, no. 3, pp. 263–272, 2009, doi: 10.3233/WOR-2009-0924.
- [27] P. Mitropoulos and M. Namboodiri, "The task demands assessment methodology," *Proc. Inst. Civ. Eng. Manag. Procure. Law*, vol. 164, no. 1, pp. 9–17, 2011, doi: 10.1680/mpal900087.
- [28] S. Hignett and L. McAtamney, "Rapid Entire Body Assessment (REBA)," *Applied Ergonomics*. 2000, doi: 10.1016/S0003-6870(99)00039-3.
- [29] P. T. McCabe, "DEVELOPMENT OF MANUAL HANDLING ASSESSMENT CHARTS (MAC) FOR HEALTH AND SAFETY INSPECTORS," in *Contemporary Ergonomics 2003*, 2020.
- [30] M. Douwes and H. de Kraker, "Development of a non-expert risk assessment method for hand-arm related tasks (HARM)," *Int. J. Ind. Ergon.*, vol. 44, no. 2, pp. 316–327, 2014, doi: 10.1016/j.ergon.2013.09.002.
- [31] A. Klußmann, H. Gebhardt, M. Rieger, F. Liebers, and U. Steinberg, "Evaluation of objectivity, reliability and criterion validity of the Key Indicator Method for Manual Handling Operations (KIM-MHO), draft 2007," *Work*, vol. 41, no. SUPPL.1, pp. 3997–4003, 2012, doi: 10.3233/WOR-2012-0699-3997.
- [32] D. Kee and W. Karwowski, "LUBA: An assessment technique for postural loading on the upper body based on joint motion discomfort and maximum holding time," *Appl. Ergon.*, vol. 32, no. 4, pp. 357–366, 2001, doi: 10.1016/S0003-6870(01)00006-0.
- [33] T. Steele, A. Merryweather, C. R. Dickerson, and D. Bloswick, "A computational study of shoulder muscle forces during pushing tasks," *Int. J. Hum. Factors Model. Simul.*, vol. 4, no. 1, p. 1, 2013, doi: 10.1504/ijhfm.2013.055781.
- [34] E. B. Weston, A. Aurand, J. S. Dufour, G. G. Knapik, and W. S. Marras, "Biomechanically determined hand force limits protecting the low back during occupational pushing and pulling tasks," *Ergonomics*, vol. 61, no. 6, pp. 853–865, 2018, doi: 10.1080/00140139.2017.1417643.
- [35] J. McGaha *et al.*, "Exploring physical exposures and identifying high-risk work tasks within the floor layer trade," *Appl. Ergon.*, vol. 45, no. 4, pp. 857–864, 2014, doi: 10.1016/j.apergo.2013.11.002.
- [36] S. Diana, "Risks and Hazards at Rotary Screen Printing (Part 4/6): Manual Materials-Handling," *J. Ind. Eng. Lett.*, vol. 7, no. 6, pp. 49–70, 2017, [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/320808895_Risks_and_Hazards_at_Rotary_Screen_Printing_Part_46_Manual_Materials-Handling.
- [37] 2010, "Assessment of Repetitive Tasks of the upper limbs (the ART tool)," *Screen*, pp. 1–16, 2010.
- [38] Y. K. Kong, S. J. Lee, K. S. Lee, G. R. Kim, and D. M. Kim, "Development of an ergonomics checklist for investigation of work-related whole-body disorders in farming - AWBA: Agricultural whole-body assessment," *J. Agric. Saf. Health*, vol. 21, no. 4, pp.

- 207–215, 2015, doi: 10.13031/jash.21.10647.
- [39] G. J. L. Micheli and L. M. Marzorati, “Beyond OCRA: Predictive UL-WMSD risk assessment for safe assembly design,” *Int. J. Ind. Ergon.*, vol. 65, pp. 74–83, 2018, doi: 10.1016/j.ergon.2017.07.005.
- [40] G. Szabó and G. Mischinger, “Just an other ergonomic tool: the ‘Composite Ergonomic Risk Assessment,’” in *Ergonomics 2013 : 5th International Ergonomics Conference*, 2013, pp. 169–174.
- [41] G. Szabó and E. Németh, “Development an Office Ergonomic Risk Checklist: Composite Office Ergonomic Risk Assessment (CERA Office),” in *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 2019, vol. 819, pp. 590–597, doi: 10.1007/978-3-319-96089-0_64.
- [42] A. Sanchez-Lite, M. Garcia, R. Domingo, and M. Angel Sebastian, “Novel Ergonomic Postural Assessment Method (NERPA) Using Product-Process Computer Aided Engineering for Ergonomic Workplace Design,” *PLoS One*, vol. 8, no. 8, 2013, doi: 10.1371/journal.pone.0072703.
- [43] M. Sonne, D. L. Villalta, and D. M. Andrews, “Development and evaluation of an office ergonomic risk checklist: ROSA - Rapid office strain assessment,” *Appl. Ergon.*, vol. 43, no. 1, pp. 98–108, 2012, doi: 10.1016/j.apergo.2011.03.008.
- [44] C. M. Lind, *Pushing and pulling: An assessment tool for occupational health and safety practitioners*, vol. 24, no. 1. Taylor & Francis, 2018.