

Gépjármű gyalogossal való ütközése a gyalogos tesztbábu szempontjából

Collisions between a motor vehicle and a pedestrian from the viewpoint of the pedestrian test dummy

*BALOGH Diána (MSc)¹, MESTER Sándor (MSc)¹, NAGY Roland (MSc)¹,
KOCSOR Péter (BSc)², VÖRÖS Bálint (BSc)², SZALAI István (DSc)²*

¹Pannon Egyetem, Mérnöki Kar, Mechatronikai Képzési és Kutatási Intézet
H-8900 Zalaegerszeg, Gasparich Márk u. 18/A. C épület

Tel: +36 88 624 000 / 6199, e-mail: balogh.diana@mk.uni-pannon.hu; web: <https://zek.uni-pannon.hu>

²Pannon Egyetem, Mérnöki Kar, Műszaki Tudományok Kutató-Fejlesztő Központ,
Mechatronikai és Méréstechnikai Kutatócsoport
H-8200 Veszprém, Egyetem u. 10.

Tel: +36 88 624 000 / 6011, web: <https://mk.uni-pannon.hu>

Abstract

The test dummies provide vital information about how the collisions took place and the nature of the accident injuries. For these tests, we constructed an adult-sized pedestrian test dummy and simulated collisions with the help of an electric car. During the research, we made video recordings and analyzed the position of pedestrians in accidents. For the investigations, we put together a data collection system, which measures the acceleration of the dummy, so the course of the accident can be analyzed.

Keywords: dummy, collision, acceleration

Kivonat

A tesztbábuk létfontosságú információkat nyújtanak az ütközések lejátszódásáról és a baleseti sérülések mibenlétéről. Ezen vizsgálatokhoz készítettünk egy felnőtt nagyságú gyalogos tesztbábút és egy elektromos autó segítségével szimuláltuk az ütközéseket. A kutatás során videófelvételeket készítettünk és elemeztük a gyalogos helyzetét a baleseteknél. A vizsgálatokhoz összeállítottunk egy adatgyűjtő rendszert, ami méri a tesztbábura ható gyorsulást, amely alapján analizáltuk a baleset lefolyását.

Kulcsszavak: bábu, ütközés, gyorsulás

1. BEVEZETÉS

A Központi Statisztikai Hivatal adatai alapján a személysérüléssel közúti balesetek többségét – több mint 60%-át – személygépkocsi vezetőik, 8-10%-át tehergépjármű vezetőik, átlagosan 1%-át pedig az autóbuszvezetők okozzák. A motorkerékpárosok és a segédmotor-kerékpárosok évente változó, de átlagosan 4-5% körüli részarányt képviselnek a balesetek okozói között [1].

A baleseti statisztikák szerint elég magas az autók és a sérülékeny úthasználók közötti halálos, illetve súlyos sérüléssel járó közúti balesetek száma. Ezen ütközések elszenvedői legfőképpen a gyalogosok illetve a biciklisek. Az adatok szerint az esetek több mint 90%-át az emberi okokra lehet visszavezetni. Ilyen okok pl. a gyalogos hibája, figyelmetlenség, elsőbbségi jog, a sebesség nem megfelelő megválasztása, stb.

A jelenleg érvényes közlekedésbiztonsági előírások és szabályzások szerint kiemelt hangsúlyt kell fektetni a védtelen közlekedők csoportjának biztonságára.

Az autógyártók és a rendszerszolgáltatók új járművezetőtámogató rendszerek fejlesztésén dolgoznak, ami a gyalogosokra, kerékpárosokra, és egyéb veszélyeztetett úthasználókra, valamint másokkal való ütközések megelőzésére vagy enyhítésére szolgál. Mi a kutatásunk során az autóiiparral szemben a gyalogos szempontjából vizsgáltuk az ütközéseket illetve a gyalogos által elszenvedett baleseteket szimuláltuk le. Ezzel szeretnénk képet kapni a karambol során létrejövő, ütközéskori test kimozdulását illetően. A karambolt hirtelen

érzékelő, pillanatnyilag reagálni képtelen, nyugalmi állapotban lévő gyalogosunkat egy felnőtt méretű, általunk készített tesztbábu segítségével modelleztük le. Minden ütközést videóra vettünk és kielemeztük a sebességviszonyok és az ütközés pontjának figyelembevételével.

2. A MÉRÉS ESZKÖZEI

2.1. A tesztbábu

A tesztelést támogató eszközöket platformra szerelve használjuk. Ezek lehetnek élőlény (dummy) vagy autó (dummy car) imitációk. A legáltalánosabban előforduló élethelyzetekhez más-más tesztbábuk tartoznak, ezt az adott tesztek határozzák meg. A bábuk között megkülönböztetünk felnőtt, gyerek, biciklis, motoros és vadonélő állat bábút.



1. ábra. Szabványos gyermek és felnőtt tesztbábuk.

2.1.1. A tesztbábuk szabványos előírásai

Az idevonatkozó szabványok előírják, hogy a bábunak képesnek kell lennie arra, hogy az emberi tulajdonságokat reprezentálja a járműre felszerelt szenzorok felé. A releváns szenzorokat a jármű gyártója definiálja, és a platformra felállított tesztbábút ez alapján kell felszerelni.

A külső befoglaló paraméterek az ACEA (European Automobile Manufacturers Association) által kiadott specifikáció alapján a felnőtt bábuk szabványos magassága 1800 mm, szélessége 500 mm, míg a fej mérete 170 mm széles és 260 mm magas. A testrészek különböző nagyságú szöveget zárnak be. A paramétereket a RAMSIS Bodybuilder program segítségével állapították meg, 2 cm-es tűréssel. A bábu csípőjénél alakították ki a referenciapontot., melynek a segítségével kell kalibrálni a beállási paramétereket minden teszt esetében, korrigálva a szél és időjárási körülményeket.

A tesztprotokoll általános leírásában a próbabábu lábmozgatása is szerepel, mivel lábmozgás mindig van egy gyalogos átkeléskor, míg a kar mozgása szükségszerűen nem jellemző az emberre járás/futás közben, így az elhanyagolható. Az emberhez hasonló lábmozgást általában elektromos motorokkal végzik. A lábmozgását a térd és a boka sebessége határozza meg.

A befoglaló paraméterek után a specifikáció kitér az optikai észlelhetőség részre, ahol meghatározza, hogy a bábu „ruházata” egy hosszú ujjú fekete pólóból, valamint kék farmerből kell, hogy álljon. A látszó bőr felületeket (arc, kézfej) nem reflektáló bőrszínű szövettel kell borítani. Ezek alapján a ruházatnak szakadásállónak és vízállónak kell lennie.

2.1.2. A gyalogos tesztbábunk

A gyalogos bábu elkészítése során nem ragaszkodtunk a teljes szabvány megtartásához, mivel az főként az autóiipari szempontokra épül. A mi tesztjeink célja pedig az volt, hogy a gyalogos tesztbábu viselkedését elemezzük a gépjárművel való ütközések során.

Az általunk elkészített bábuhoz az alábbi kritériumokat állítottuk fel:

- A fellépő környezeti hatásoknak egy maximum 30 km/h sebességgel történő személygépjárművel történő ütközés esetén az alkatrészek nem, vagy csak minimális mértékben sérülhetnek meg

(maximum 1 mm kopás). Az érték túllépését követően az alkatrészeket cserélni kell. (Alkatrésznek minősült a borító szövet is.)

- Az alkatrészeknek csereszabatosnak kell lenniük.
- A borító szövet kopás és szakadás ellen védett kell, hogy legyen és teljesen vízálló anyagból készüljön.
- A bábu „szivacs” teste a tesztek során nem sérülhet.
- A kommunikációért felelős elektronikai elemeknek védettnek kell lennie mechanikai és környezeti hatásokkal szemben.
- Ütközés esetén a tesztjármű semmilyen mértékben sem szenvedhet el kárt a tesztbábu felületéből adódóan.

Ezen szempontok alapján készítettünk el egy felnőtt méretű (1,80 m magas), álló helyzetben lévő gyalogos bábút, mely kialakításánál ügyeltünk a valós méretekre, illetve formákra és színekre. Így az alkalmazott szövetek bőrfelületek imitálására bézs, hajfelületre fekete és öltözet kialakítására kék színűek voltak. Viszont a tesztbábu mozgathatóságától eltekintettünk.

A bábu szivacs szerkezetét 40 mm átmérőjű PVC cső tartja, ami egy 300 x 300 mm nagyságú, 120 mm átmérőjű, patkó alakú acéllemez platformba kapcsolódik.

2.2. Az adatgyűjtő rendszer

A mérések elvégzéséhez összeállítottunk egy gyorsulást mérő adatgyűjtő rendszert. A rendszer fizikailag két különálló, egy küldő és egy fogadó modulból áll. A küldő modul központi eleme egy ESP32-WROOM32-UE kétmagos mikrovezérlő. A modul tápellátásáért 6 db 1,5 V-os elem felel. A 9 V-os tápfeszültséget egy DC-DC konverterrel konvertáljuk a mikrovezérlő számára szükséges 5 V-ra. A gyorsulásmérő szenzor analóg feszültségjelét a mikrovezérlő alakítja át digitális jellé, egy beépített 12 bites AD konverter segítségével. A konverzió timerrel triggerelt, mintavételi frekvenciája 10 kHz. A konverzió eredményét SPI kommunikációs interfészen keresztül kapja meg egy nRF24L01 rádiófrekvenciás egység, amely a 2,4 GHz-es frekvenciatartományt használva továbbítja az adatokat a fogadó modul felé. A mikrovezérlő egyik magja felel az AD konverzióért, míg a másik a rádiófrekvenciás egységgel történő kommunikációért.

A fogadó modul egy USB porton keresztül csatlakoztatható a számítógéphez. Ezen keresztül történik a modul tápellátása, illetve a soros kommunikáció is a két eszköz között. A központi egysége egy Arduino Nano mikrovezérlő, amely a fogadó nRF24L01-es rádiófrekvenciás egységtől kapott mérési eredményeket továbbítja a számítógép felé.

A számítógépen egy általunk Pythonban írt, erre a célra készített grafikus interfészen keresztül lehet a méréseket elvégezni. A "MEASURE START!" gombra kattintva a számítógép először megnyitja azt a COM portot, amelyhez az Arduino (fogadó rádiófrekvenciás modul) csatlakozik, majd elküld egy parancsot, amely elindítja az adatgyűjtést. Minden 32 bájtos csomag tartalmaz egy időbélyeget, amely a csomagban lévő első mérési eredményhez tartozik, ezt követik a konverziós értékek, végül pedig egy CRC adatellenőrzés.

Mivel az AD konverter mintavételi frekvenciája 10 kHz, ezért ugyanabban az adatcsomagban lévő konverziós értékek között mindig 100 µs időbeli eltérés van, de két egymást követő adatcsomag között, az esetleges kommunikációs hibák miatt, ez nem állandó.

2.3. Az autó védőrendszere

Az ütközéses vizsgálatokhoz a Pannon Egyetem Nissan Leaf típusú elektromos autóját használtuk. Ahhoz, hogy az ütközések során elkerüljük az autó elejének lehetséges sérüléseit, kialakítottunk egy acél vázszerkezetet, amit sík plexilemezekkel borítottunk. A vázszerkezet tapadókorongok segítségével helyezhető el az autó elején.

3. MÉRÉSI EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

A tesztek 10 km/h, 15 km/h és 20 km/h sebességgel végeztük. Az adatgyűjtő küldő egységét a bábu hátában rögzítettük, a hozzá kapcsolódó szenzor helyét pedig mérési sebesség-sorozatonként változtattuk. Az érzékelőt a bábu hátrészén, illetve a fejrészen helyeztük el.

Az egytengelyes szenzorral vizsgált, 10 km/h és 15 km/h sebességgel történő elütéskor a videók illetve a kapott eredmények hasonlóak. A videók alapján megállapítható, hogy 10 km/h sebességnél a szimulációs bábu az autó elején elhelyezett alsó védőplexivel találkozik a legnagyobb felületen. Az érintkezés után lépésszerű mozdulatot imitál, majd a lassítás után hátrafele eldől.



2. ábra. A bábu elütése 10 km/h sebességgel.

15 km/h sebességnél a szimulációs bábu az előző sebességgel végzett tesztekhez hasonlóan reagál. Annyi különbség volt tapasztalható a mérések során, hogy a bábu hosszabb ideig tapadt az alsó védőplexi sík felületére az esést megelőzően.



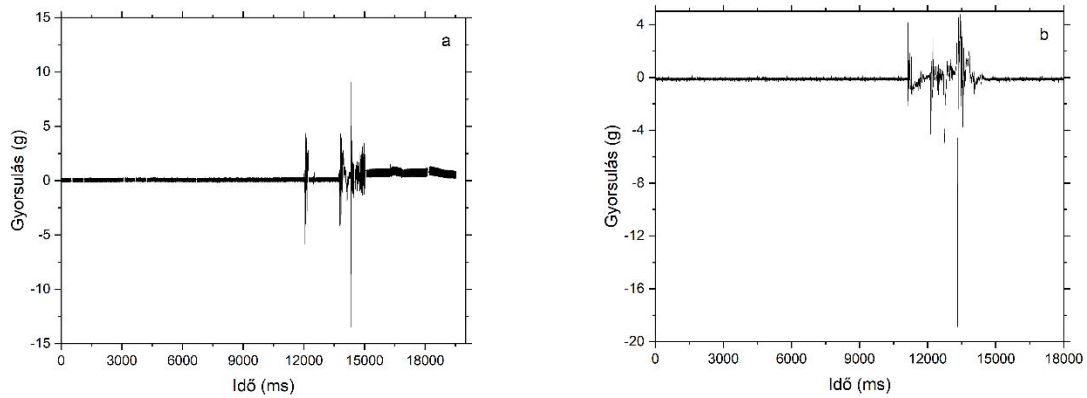
3. ábra. Ütközés 15 km/h sebességgel.

A fentiekkel ellentétben jelentősen megkülönböztethető eltérést mutatnak a 20 km/h sebességgel történő ütközések. A videók alapján megállapítható, hogy ennél a sebességnél, a szenzorhelyezéstől függetlenül a bábu a motorháztetőre esik, a fékezés során rövid időtartamig ottmarad, majd a fékezés befejezése előtt lerepül.

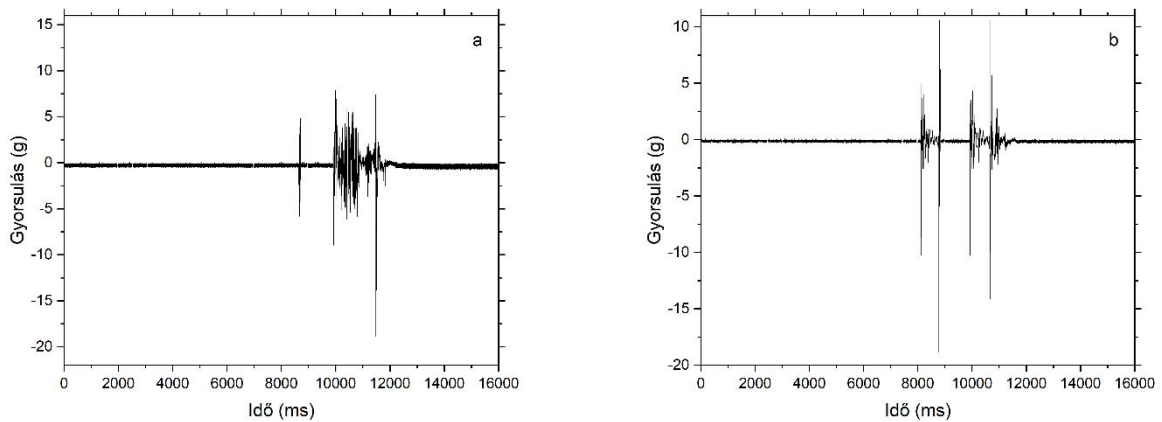


4. ábra. A bábu elütése 20 km/h sebességgel

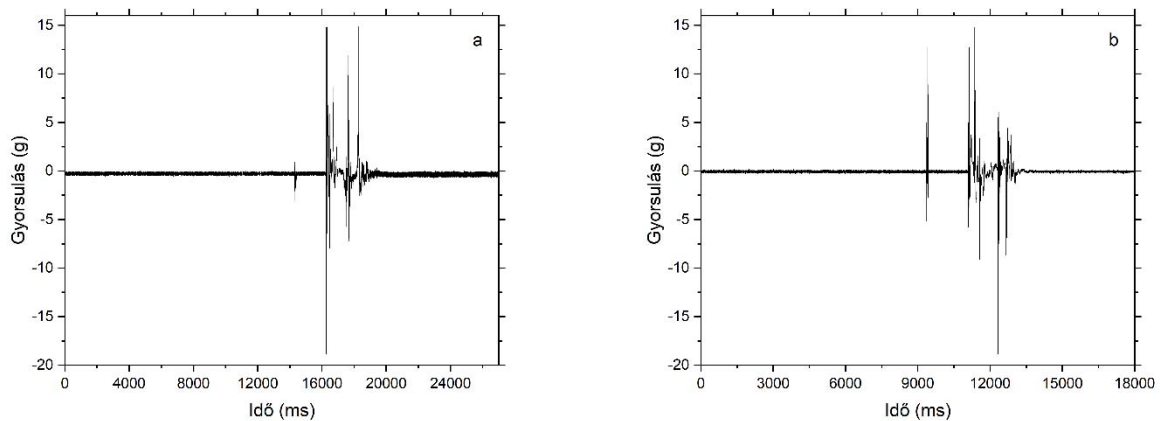
A hátsó elhelyezett szenzorral végzett méréseken egyértelműen meg lehet különböztetni az ütközés pillanatát, amit egy közel gyorsulás nélküli lineáris szakasz követ, majd a lefékezés és megállás során egy közel azonos vagy magasabb amplitúdójú rezgés lép fel.



5. ábra. A 10 km/h sebességű ütközés hátsó (a) és fejszenzorral (b) elhelyezett szenzorral.



6. ábra. A 15 km/h sebességű ütközés hátsó (a) és fejszenzorral (b) elhelyezett szenzorral.



7. ábra. A 20 km/h sebességű ütközés hátban (a) és fejből (b) elhelyezett szenzorral.

A fejből elhelyezett szenzoros méréseknél hasonló jelenségek figyelhetők meg a grafikonokon, azonban a kezdeti ütközéskor tapasztalt kilengés nagyobb mértékű. A példaként hozott mérések közül kitéjük a 10 km/h sebességgel végzett, fejből elhelyezett szenzoros mérés, ahol a nyugalmi szakasz hiánya tapasztalható, ami valószínűleg az ütközést követő nagyon rövid időn belüli fékezésnek tudható be. Elsősorban a fejrészen mért gyorsulási adatokból látható, hogy az ütközési sebesség növelésével többszörös ütközések (visszapattanások) történnek. Ezek pontosabb kimérésére több gyorsulás érzékelőt, illetve IMU szenzort kell a jövőben használnunk. Az ütközési sebesség növekedésével a gyorsulás amplitúdók is növekednek, ami nagyobb impulzus változásokra utal.

4. ÖSSZEFOGLALÁS

Ütközési vizsgálatokat végeztünk egy általunk készített felnőtt nagyságú bábú segítségével alacsony, 10 km/h, 15 km/h és 20 km/h sebességgel. A mérésekhez összeállítottunk egy adatgyűjtő rendszert, mellyel figyeltük a szimulált balesetek során a bábú testrészeinek gyorsulását. A vizsgálatokról videófelveteleket készítettünk és a felvételeken tapasztalható ütközések lefolyását értékeltük ki.

Ezek alapján megállapítható, hogy 10 km/h és 15 km/h sebességgel történő elütéskor a szimulációs bábú csípő alatti része inkább az autó elejének alsó síkfelületével találkozik, míg 20 km/h sebességnél a tesztbábú a motorháztetőre esik, a fékezés során rövid ideig ottmarad, majd a fékezés befejezése előtt lerepül. Tehát, 20 km/h sebességnél már valószínűsíthető a súlyosabb sérülés.

Az adatgyűjtő rendszerrel végzett méréseknél az ütközés menetére vonatkozólag a szenzor helyét változtatva megállapítható, hogy hasonló jelenségek figyelhetők meg a rezgés amplitúdójára vonatkoztatva. A mérési eredmények eltérésének egy része valószínűleg az eltérő vezetési módra vezethető vissza. Ennek kiszűrése a bábú más részére elhelyezett adatgyűjtő szenzorral végzett mérésekkel lehetséges.

Célunk, hogy további olyan ütközési vizsgálatokat végezzünk, ahol az autó és a bábú találkozása nem középre esik, illetve IMU szenzoros vizsgálatokkal szélesebb képet kapjunk az ütközés teljes térbeli lefolyásáról.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A közlemény a TKP2020-NKA-10 számú projekt keretében a Kulturális és Innovációs Minisztérium Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból nyújtott támogatásával, a 2020. évi Tématerületi Kiválóság Program pályázati program finanszírozásában valósult meg.

A programot a ZalaZONE Autóipari Próbapálya Zala Kft. támogatja.

IRODALMI HIVATKOZÁSOK

- [1] Közlekedésbiztonsági Szemle, http://www.kozszemle.hu/index.php?o=emberi_tenyezo&cikk=45 (Utolsó letöltés: 2022.09.18.)