

# Igazságügyi orvostani biomechanika: a testi sérülések keletkezési mechanizmusával foglalkozó tudomány

Simon Gábor dr.  ▪ Heckmann Veronika dr.  
Pauka Dénes dr. ▪ Petrus Karola dr. ▪ Tóth Dénes dr.  
Rácz Kálmán dr. ▪ Poór Viktor Soma dr.

Pécsi Tudományegyetem, Általános Orvostudományi Kar, Igazságügyi Orvostani Intézet, Pécs

*Az Orvosi Hetilap Szerkesztősége felkérésére készített tanulmány*

Az igazságügyi orvostan egyik kiemelt feladata a testi sérülések szakértői véleményezése, amelynek során a sérülések keletkezési mechanizmusával kapcsolatosan számos kérdésre kell választ adni, így például a sérülést létrehozó erőbehatás nagyságára, illetőleg a súlyosabb sérülés keletkezésének lehetőségére. Az e kérdésekre adott szakértői válaszok az események rekonstruálása mellett a cselekmény büntetőjogi besorolásában, így a büntetés mértékének megállapításában is nagy szereppel bírnak. A testi sérülések keletkezési mechanizmusára vonatkozó kérdések megválaszolásában az igazságügyi orvostani biomechanikai ismeretek segíthetik az orvosszakértőt, ezáltal a számára feltett kérdésekre objektív, tudományos megalapozottságú választ adhat. A közlemény a Pécsi Tudományegyetem Általános Orvostudományi Kara Igazságügyi Orvostani Intézetének kutatási eredményeivel illusztráltan mutatja be ennek a tudományterületnek a jelentőségét, a szakértői gyakorlatban történő alkalmazási lehetőségeit. *Orv Hetil. 2026; 167(20): 771–778.*

**Kulcsszavak:** igazságügyi orvostan, sérülés, biomechanika

## Forensic medical biomechanics: the science that deals with the mechanisms of bodily injuries

One of the key tasks of forensic medicine is the expert assessment of bodily injuries. It must answer numerous questions related to the mechanism of injury, such as the magnitude of the force that caused the injury or the possibility of a more serious injury. The answers of the forensic medical expert not just reconstruct the events, but also play a significant role in the criminal classification of the act and, thus, in determining the sentence imposed in a forensic legal case. Forensic biomechanical knowledge can help the medical expert answer questions regarding the mechanism of injury, allowing him to provide objective, scientifically sound answers. This publication highlights the significance of this field of science and its potential application in forensic medical practice, supported by the research results of the Department of Forensic Medicine of the Faculty of General Medicine of the University of Pécs.

**Keywords:** forensic medicine, injury, biomechanics

Simon G, Heckmann V, Pauka D, Petrus K, Tóth D, Rácz K, Poór VS. [Forensic medical biomechanics: the science that deals with the mechanisms of bodily injuries]. *Orv Hetil. 2026; 167(20): 771–778.*

(Beérkezett: 2026. március 12.; elfogadva: 2026. március 31.)

Az igazságügyi orvostan egyik legfontosabb feladata a testi sérülések vizsgálata és véleményezése, amely mind a nem természetes halálesetek, mind pedig a testi sértések és egyéb büntetőjogi tényállások szakértői véleményezésében központi szereppel bír. A testi sértés az egyik

leggyakoribb bűncselekménytípus, amelynek hazánkban évente 7000 körüli elszennvedője van [1]. Ezen bűncselekmények esetén mindig olyan kérdéseket kell megválaszolni, amelyek az igazságügyi orvostan kizárólagos kompetenciájába tartoznak: így a sérülések gyógytarta-

mának és keletkezési mechanizmusának megállapítására, az életveszély fennállásának véleményezésére, valamint büntetőeljárásban a súlyos egészségromlás, illetve a maradandó fogyatékoság megítélésére vonatkozóan [2]. A klinikus feladata a sérülések kezelése, nem pedig a fenti szempontú véleményezés. A klinikus a látület készítésekor [3] szükségszerűen kifejti ugyan az előzetes véleményét e kérdések körében, ugyanakkor a jogszabályok szerint kizárólagosan az igazságügyi orvosszakértő (értsd a jelen közleményben: az igazságügyi orvostan területén bejegyzett orvosszakértő) kompetenciája e kérdések véleményezése. A klinikai orvostudományok szakkönyvei és vonatkozó szakirodalma nem is foglalkozik részletesen ezzel a kérdéskörrel – részben erre is vezethető vissza a látületek korlátozott felhasználhatósága [4–8].

A testi sérülések véleményezésének tárgyköréből a jelen közlemény célja okán kiemelendők a sérülések keletkezési mechanizmusával kapcsolatos orvosszakértői feladatok. Ez a kérdéskör igen komplex, magában foglalja az alábbiak vizsgálatát:

- Milyen módon jött létre egy sérülés?
- A sérülést eszköz nélküli vagy eszközös erőbehatás okozta-e?
- Amennyiben a sérülést eszközös behatás okozta, úgy milyenek voltak az adott eszköz jellemzői?
- Amennyiben nyomozati adatok alapján felmerült egy konkrét elkövetési eszköz, akkor az létrehozhatta-e az adott sérülést?
- Milyen testhelyzetben volt a sértett és az elkövető a sérülés elszívésekor?
- Mekkora erőbehatás hozta létre a sérülést?
- Fennállt-e súlyosabb sérülés keletkezésének lehetősége? [9]

A fenti kérdések részben az események rekonstruálásában segítik az igazságszolgáltatást, részben pedig a cselekmény büntetőjogi besorolásában nélkülözhetetlenek (lásd például kísérlet megállapítása), amely döntően befolyásolja a büntetés mértékét. A téma tehát igen nagy gyakorlati jelentőségű, ha azonban áttekintjük a magyar igazságügyi orvostani tankönyveket [10–14], akkor egyes kérdéskörök vonatkozásában – így az erőbehatás nagyságának véleményezése, a súlyosabb sérülés keletkezésének véleményezése – nem szolgálnak érdemi iránymutatással. Ugyanezt a hiányosságot láthattuk az elmúlt évtizedek igazságügyi orvostani módszertani leveleiben [15, 16]. Egyik magyar igazságügyi orvostani tankönyv sem részletezi a sérülések biomechanikai hátterét, amelynek megértése nélkül e kérdések nem véleményezhetők tudományos megalapozottsággal. Ez a hiányosság ugyanakkor nem magyar sajátosság, a nemzetközi tankönyvek többsége sem foglalkozik a témakörrel [17, 18]. A szakértői véleményezés tehát e jelentős fontosságú kérdések vonatkozásában szubjektív tapasztalatokon alapult, ami nem felel meg a modern, bizonyítékokon alapuló orvoslás [19] elveinek. A vonatkozó információ egy része fellelhető speciális szakirodalmi közleményekben [20–22], ám ezek is szinte kizárólag a csontsérülé-

sekre, a belszervek sérüléseire fókuszálnak, a kültakaró sérüléseinek hátterét nem taglalják. A szakirodalom tehát a témában igen szegényes, a hazai kutatások pedig – mint az alábbiakban bemutatásra kerül – az utóbbi évtizedekben teljesen hiányoztak, következképpen az objektív adatokon nyugvó, biomechanikai szemléletű véleményezés sem honosodhatott meg, pedig a szakértői törvény is előírja, hogy a véleményezésnek objektív, természettudományos háttérrel kell alapulnia [23].

A testi sérülések mechanikai úton, illetve nem mechanikai úton [14, 17] is létrejöhetnek, a szakértői gyakorlatban azonban többnyire mechanikai úton létrejött sérülésekkel találkozunk. E sérüléstípusok kapcsán a magyar gyakorlatban általánosan használt fogalom az erőbehatás [14] – amelyet például a nagyságával, irányával és jellegével is jellemezhetünk –, ez azonban nem tisztázott, nem definiált fogalom. Különösen nem tisztázott, hogy annak mértéke – amelyet a szakértői gyakorlat „kis”, „közepes” és „nagy” szubjektív jelzőkkel illet [15, 16] – milyen fizikai paramétert takar. A valóságban ez többféle fizikai paraméter együtteseként értelmezhető. Az adott erőbehatás nagyságát elsősorban a mozgási energiával jellemezhetjük [24, 25], egyes sérüléstípusoknál azonban a gyorsulás-lassulás játszik döntő szerepet [24, 26]. Ezek mellett a sérülések kialakulását az energiasűrűség, a szövetek által elnyelt energia mértéke, valamint a szövetek biomechanikai tulajdonságai is befolyásolják [21, 22, 25, 27]. Az utóbbi kapcsán külön kiemelendő, hogy az élő szövetek különleges tulajdonságokkal bírnak, úgymint a nemlineáris elaszticitás, az anizotropia és a viszkoelasztikuság, amely által a külső behatásra elszívott alak- és méretváltozásuk, így az esetleges sérülésük bekövetkezése az erőbehatás nagyságán túl annak irányától és sebességétől is függ [20, 21, 27]. A fentiekben taglalt tényezők mind szerepet játszanak a sérülések kialakulásában, így az orvosszakértő számára a testi sérülések keletkezési mechanizmusának véleményezése során ezek ismerete elengedhetetlen fontossággal bír. Az élő szövetek esetében fontos tényező még a biomechanikai tulajdonságok terén (is) fennálló változatosság: az egyes szövetek/szervek mechanikai tulajdonságai egyenként is különböznek, és azokat a természetes öregedés és egyes kórállapotok megváltoztatják – ez a szakértői gyakorlatban mint a sérülések létrejöttében szerepet játszó egyéni sajátosság jelenik meg [9]. Az egyéni sajátosságokra vonatkozóan azonban a szakirodalomban csak minimális adat található, viszont egy büntetőeljárásban nem az átlagos (lásd: egészséges) személyt, hanem mindig az adott sértettet kell figyelembe venni.

A Pécsi Tudományegyetem Általános Orvostudományi Karának Igazságügyi Orvostani Intézete az utóbbi években az egyik fő kutatási irányvonalának a fenti kérdésköröket tűzte ki, ezeket a kutatásokat és eredményeiket az alábbiakban röviden ismertjük. Az igazságügyi orvostan alkalmazott, az igazságszolgáltatást segítő tudomány [14], ennek megfelelően a kutatások egyes gya-

korlati igazságügyi orvostani problémák kísérletes vizsgálatára irányultak. Jelen tanulmányunkban ezek bemutatásával kívánjuk a téma fontosságára irányítani a figyelmet, továbbá egyes kérdéskörök tekintetében a gyakorlatban is felhasználható adatokkal kívánunk szolgálni.

## A májsérülések létrejöttében szerepet játszó egyéni tényezők vizsgálata

A máj a leggyakrabban sérülő hasi szerv. Abban a tekintetben is különleges, hogy a szerkezeti felépítését megváltoztató kórállapotok igen gyakoriak, például a steatosis prevalenciája egyes tanulmányok szerint a 45%-ot is eléri [28]. E kórállapotok egyben a máj mechanikai tulajdonságait, így potenciálisan a sérülékenységet is befolyásolják. Az utóbbira a szöveti szintű szerkezeti változások [29] mellett a szervméretnek a kórállapotokkal összefüggő változásai is hatással lehetnek [30]. Halált okozó testi sértés bűncselekményének konkrét esete során merült fel az a kérdés, hogy a sértett májának enyhe fokú elzsírosodása szereppel bír-e az illető halálához vezető májrepedésben – tehát alátámasztható-e vagy kizárható-e az az ügyvédi védekezés, miszerint a sértett halála nem következik be, ha nem szenved ilyen elváltozásban; következésképp a halálos eredmény bekövetkezésével az elkövetőnek nem kellett volna számolnia (a fiatalokor elkövető a hátán fekvő sértett hasára rálépett/ráugrott). A kérdéskörben minimális szakirodalmi adat állt rendelkezésre, és azok is ellentmondóak voltak: az anekdotikus jellegű tankönyvi adatok szerint a zsírosan elfajult máj könnyebben sérül [10, 31, 32], míg az egyetlen, e körben végzett statisztikai vizsgálat nem talált ilyen összefüggést [33].

A konkrét eset kapcsán elindított kutatásunk során az intézetünkben végzett boncolások során a holttestekből  $3,5 \times 3,5 \times 2$  cm-es májszövetmintákat távolítottunk el (összes mintaszám: 135). A mintákat egy erőmérő készülékre (Mecmesin AFG-500, West Sussex, Egyesült Királyság) rögzített fém mintatartóba helyeztük a májtokkal felfelé. A mintákba felülről egy  $1 \text{ cm}^2$  méretű ( $1 \times 1$ ) fémrudat nyomtunk, és leolvastuk a műszer által rögzített maximális értéket (Pmax, N), amely a fémrúd mintába hatolásánál, így a tok átszakadásánál fellépő erőt jelentette. Ez egyben mutatta, hogy az adott vizsgálati körülmények között mekkora erő kellett a májrepedés létrejöttéhez. A mintákat ezt követően szövettani vizsgálat alá vetettük, azokat hematoxilin-eozin (HE-) festés után vizsgáltuk. A szövettani kép alapján a mintákat 6 csoportba soroltuk: ép (1), enyhe (2), közepes (3), súlyos (4) fokú steatosis, fibrosis (5), cirrhosis (6) – az utóbbi két csoportban a steatosis meglététől függetlenül [34]. Az így kialakított csoportok Pmax-értékeit statisztikai elemzéssel (Kruskal–Wallis-teszt) hasonlítottuk össze, amelynek során igazolódott, hogy a Pmax-érték szignifikánsan nagyobb ( $p < 0,05$ ) a szövettani elváltozást mutató mintákban az ép mintákhoz képest (1. táblázat).

1. táblázat | A maximális erő (Pmax) értéke az egyes szövettani csoportokban

Csoport	Pmax Átlag (n)	Pmax Min–max (n)	Pmax SD (n)
1.	34,1	18,1–60,8	8,7
2.	44,6	24,2–79,8	12,6
3.	55,4	28,9–92,5	16,0
4.	57,6	39,8–71,5	11,9
5.	65,5	37,8–112,2	19,5
6.	87,1	52,76–162,7	30,3

SD = a minta szórása

zat) – következményesen tehát nagyobb erő szükséges a májrepedés létrehozásához.

Eredményeink tehát igazolták, hogy a máj zsíros elfajulása nem növeli a máj sérülékenységet [35] – az adott ügyben az előzetes eredményeink a tárgyalási szakban már rendelkezésre álltak, így határozott szakértői álláspontként, tudományosan alátámasztottan tudtuk cáfolni a védelem ez irányú védekezését. Eredményeink az *ex vivo* kísérleti jellegből és a módszertanból adódóan nem alkalmasak annak meghatározására, hogy pontosan mekkora erő kell a májsérülések létrejöttéhez, azonban az egyes szövettani elváltozásokat mutató esetek összehasonlítására alkalmasak, így a szakértői gyakorlatban az egyéni sajátosságra vonatkozó kérdés megválaszolásában gyakorlati segítséget nyújtanak a szakértőnek [27].

## Az atherosclerosis szerepe a traumás főérsérülések létrejöttében

A közlekedési balesetek során bekövetkező nagy energiájú ütközések esetén a helyszínen elhunytak halálának egyik leggyakoribb oka a traumás főérsérülés [36]. Az érfalrepedés kialakulásában az erőbehatás nagysága és iránya mellett egyéb tényezők, így például az életkor, a test- és szervméretek (aortaátmérő és -falvastagság, a szív tömege), valamint az aortát érintő kórállapotok is szerepet játszanak. A medianekrózis mint a főérsérülés rizikótényezője ismert [37]. Nem állt rendelkezésre azonban adat arra vonatkozóan, hogy az emberek nagy részét érintő érlemeszesedés befolyásolja-e a traumás sérülések kialakulását – az összefüggés sorsszerű kórfolyamatok esetén sem egységes: míg az érlemeszedésnek az aneurysma kialakulásában játszott szerepe ismert [38], addig a dissectióval való kapcsolata nem igazolt [39].

A kérdés jelentőségét az adja, hogy a közlekedési balesetekkel kapcsolatos ügyekben igen sok a „*mi lett volna, ha*” jellegű kérdés – tehát hogy elszenvetde volna-e egy adott személy a sérülést, ha a biztonsági övét rendeltetésszerűen használja, vagy a jármű kisebb sebességgel halad. E kérdéskör szakértői véleményezésekor azonban

**2. táblázat** | A főér szakadásakor fellépő erő és nyúlás mértéke az egyes, makroszkópos megjelenés alapján képzett csoportokban (1.: nincsenek plakkok; 2.: nem meszes plakkok; 3.: meszes plakkok)

Makroszkópos besorolás	Erő (N)			Nyúlás (mm)		
	Átlag	Min-max	SD	Átlag	Min-max	SD
1.	13,8	6,8–30,2	6,6	31,0	17,8–48,9	9,4
2.	13,7	1,58–26,6	5,4	29,7	16,3–44,8	6,7
3.	8,8	0,86–23	4,5	21,6	8,04–34,9	5,6

SD = a minta szórása

**3. táblázat** | A főér szakadásakor fellépő erő és nyúlás mértéke az egyes, makroszkópos megjelenés alapján képzett csoportokban (a csoportok besorolása *Stary* szerint [40])

Szöveti besorolás	Erő (N)			Nyúlás (mm)		
	Átlag	Min-max	SD	Átlag	Min-max	SD
I.	10,8	9,51–12,2	1,9	33,6	29,6–37,6	5,6
II.	13,8	3,6–30,2	5,8	29,5	12,9–48,9	7,8
III.	10,8	1,5–23,7	5,0	24,7	15,6–44,8	7,0
IV.	9,2	1,9–16,4	5,0	23,1	13,1–34,6	6,6
V.	8,2	0,8–23	5,2	20,6	8,0–34	6

SD = a minta szórása

nem tekinthetünk el az adott sértett egyéni sajátosságaitól – így főérsérülés esetén az atherosclerosis jelenlététől.

A kérdéskör vizsgálata céljából boncolásra került holttestekből biztosítottunk 104 főérmintát, amelyek szakítószilárdságát anyagvizsgáló készülékkel (Zwick/Roell Z5.0 biaxiális tesztter, Ulm, Németország) mértük, illetve az érfalak elváltozásait, szerkezetét makroszkópos és mikroszkópos módszerrel vizsgáltuk. Az utóbbiak alapján csoportokba sorolt [40] minták szakítószilárdságát hasonlítottuk össze statisztikai elemzéssel (Kruskal-Wallis-teszt). Eredményeink alapján az érelmeszesedés súlyosbodásával szignifikánsan kisebb erő volt szükséges a főérszakadás kialakulásához (2. és 3. táblázat) [41].

Eredményeink alapján tehát megállapítható volt, hogy az atherosclerosis növeli a főér sérülékenységét, traumás sérülésének kockázatát, és ez a hatás meszes plakkok jelenléte esetén a legkifejezettebb [41]. Eredményeink összhangban állnak azokkal a kutatásokkal, amelyek szerint a traumás főérszakadás mindig a belhártya – tehát az érelmeszesedéssel érintett réteg – felől indul [42].

## A szúrt sérülésekkel kapcsolatos vizsgálatok

A szúrt sérülések számos országban – így hazánkban is – az emberölések egyik leggyakoribb elkövetési módját képezik [43]. A szúrt sérülések véleményezésekor számos kérdés felmerül, így például a lehetséges elkövetési eszköz, a szúrási irány, az elkövetéskori testhelyzet, valamint a szúrás során alkalmazott erő [14]. Az orvosszakértő

feladatkörébe tartozik annak szakértői véleményezése is, hogy az elkövető által előadottak alátámaszthatók-e vagy kizárhatók-e. Típusos elkövetői védekezés például, hogy a sértett beleszaladt/belesett a késbe, illetve hogy nem is akarta megszünni a sértettet, csak kis erővel feléje szúrt. Az elkövető szándékának meghatározása a jogalkalmazó feladata, lehetőségei azonban korlátozottak, így e kérdéskör vonatkozásában is sok esetben az orvosszakértőre támaszkodik. Az orvosszakértői gyakorlat a szúrás erejét tekintve is a „kis”, „közepes” és „nagy” besorolást használja, nem tisztázott azonban, hogy ez a besorolás mit takar, és mi alapján állapítható meg. Amennyiben a szúrás csontsérülést is okoz, általában egyértelmű, hogy a szúrás nagy erejű volt. Kizárólag lágy részeket ért sérülések esetén azonban már nehéz e tekintetben szakértői megállapítást tenni. Elterjedt szakértői gyakorlat volt azonban, hogy a szúrás utáni hosszából következtettek a szúrás erejére – tehát a belszerveket érő szúrást szükség-szerűen nagy erejüként véleményezték. Amennyiben rendelkezésre áll az elkövetési eszköz, úgy azt is a vizsgálat tárgyává lehet tenni, ám itt is hiányoztak azok az objektív paraméterek, amelyek alapján a hegyességet, éles-séget meg lehetne határozni.

A témában az első közlemények hazánkban születtek [44, 45], ezt követően azonban további publikáció nem történt e területen, és nemzetközileg is csak az utóbbi két évtizedben fordult némi figyelem erre a területre [46–49] – összességében a szakirodalom még mindig igen szegényes. Továbbra is hiányzik olyan tanulmány, amely eltérő jellegű elkövetési eszközök összehasonlító vizsgálatát végezte volna el.

Kutatásaink során azt vizsgáltuk, hogy más-más eszközök (így négy különbözőféle kés, olló, háromféle csavarhúzó, reszelő, dugóhúzó, tapétavágó kés) alkalmazásakor milyen erő szükséges szúrt sérülés létrehozásához. A vizsgálat során az eszközöket egy anyagvizsgáló készülék (Mecmesin Multitest dv – ELS-500) segítségével bőrös sertéskarajba szúrtuk, és rögzítettük a szúrás során fellépő erőket az elmozdulás és az idő függvényében.

A mérési eredmények kimutatták, hogy a bőr átszúrásakor fellépő erő nagyságrendi eltérést mutat (így például kések: 25,00–142,09 N; olló: 171,39–190,43 N; csavarhúzó: 314,51–241,34 N, tapétavágó: 36,05–37,77 N). A rögzített görbék alapján igazolódott, hogy a bőrön történő penetrációhoz szükséges a legnagyobb erő, majd a mélyebbre hatolásakor az ellenállás lecsökken, így a mélyebbre történő szúrásokhoz kisebb erő szükséges. Következésképpen cáfolható volt az a szakértői véleményezési gyakorlat, amely a szúrás utáni hosszából vont le következtetést a szúrás erejére [50, 51].

A továbbiakban vizsgáltuk a késpengék jellemzőinek és a szúráshoz szükséges erőnek (Fmax) a kapcsolatát. E célból 18, háztartásban használt, különböző jellemzőkkel bíró késpengét vizsgáltunk, meghatároztuk azok jellemzőit, szúráseszközeteket végeztünk anyagvizsgáló készülékkel (Mecmesin Multitest dv – ELS-500) sertéskarajon, majd statisztikai módszerekkel (többszörös reg-

ressziós és korrelációs analízis) vizsgáltuk az egyes pengejellemzők és az Fmax közötti összefüggést. Eredményeink kimutatták, hogy a penge jellemzői közül a hegy sugara, valamint a pengevastagság áll szignifikáns összefüggésben ( $p < 0,05$ ) az erővel (Fmax) [51]. Eredményeink segíthetik a szakértőt a kérdés megválaszolásában, hogy az egyes eszközökkel történő szűrés – egymáshoz képest – milyen erőt igényel, illetve az alkalmazott módszertan a szakértői véleményezésre kerülő konkrét esetek kísérletes vizsgálatára is alkalmas lehet. Eredményeink alapján kiemelendő, hogy bármely olyan szűrőeszköz képes súlyos, belszervi sérülés – így: életveszélyes állapot – létrehozására, amely képes áthatolni a bőrön, és elegendő pengehosszúsággal rendelkezik (amely a sérült testtájéktól függően néhány cm). A súlyosabb sérülés keletkezésének lehetősége tehát ilyen esetekben a szűrőmozdulat hosszától, így az elkövető és a sértett egymáshoz képesti helyzetétől és az elkövetői szándéktól függ. Az utóbbiak megítélése azonban nem orvosszakértői kompetencia, így eredményeinkre hivatkozva elkerülhető a válaszadás olyan kérdésekben, amelyekben az igazságügyi orvostan nem tud objektív, tudományos megalapozottságú véleményt formálni.

## A légfegyver okozta sérülések vizsgálata

Bár a légfegyvereket sokan veszélytelennek tartják, az általuk okozott sérülésekkel a klinikai gyakorlatban hazánkban is gyakran találkozunk. Bár magyarországi adat nem áll rendelkezésre, külföldi statisztikák igen nagy sérülésszámot mutatnak [52, 53]. Nem széleskörűen ismert az sem, hogy ezek a fegyverek az élet kioltására is alkalmasak [54, 55]. A magyar jogszabályok szerint [56] a 7,5 joule-t (J) nem meghaladó torkolati energiájú légfegyverek nem minősülnek lőfegyvernek, és birtoklásuk nincs fegyverviselési engedélyhez kötve (vásárlásuk egyetlen feltétele a betöltött 18. éves életkor). A légfegyverekkel elkövetett cselekmény kapcsán szinte mindig felteszik a szakértőnek a kérdést, hogy milyen súlyosságú sérülés létrehozására alkalmas az adott fegyver. A 7,5 J-t nem meghaladó torkolati energiájú fegyverek esetén a szakértői véleményezés a súlyos sérülés bekövetkezésének lehetőségét többnyire a szemsérülések lehetőségére korlátozta. A gyakorlat azonban azt mutatja, hogy ezek a fegyverek is képesek akár életveszélyes belszervi sérülést létrehozni. A légfegyverek esetén a súlyos sérülés okozására való képességet meghatározza, hogy a lövedékek milyen mélyre képesek hatolni a szövetekben. E kérdés vonatkozásában a szakirodalom meglepően kevés adattal szolgál [57–59], elérhető azonban adatok, miszerint akár már 4 J alatti energiatarományban is áthatolhat a bőrön a lövedék [60].

A légfegyverlővedékek penetrációs képességének meghatározása céljából vizsgáltuk, hogy a lövedékek milyen sebesség és mozgási energia mellett hatolnak át a bőrön, és azt követően milyen mélyre hatolnak. A vizsgálat során a lövedék becsapódáskori energiája 3,28 és 15,671 J

közötti, míg sebessége 111,2 és 243,5 m/s közötti volt. Célpontként bőrös sertéskarajt alkalmaztunk. A lövedék elhelyezkedésének – így a löcsatorna hosszának, tehát a penetráció mélységének – megítélését makroszkópos és komputertomográfias vizsgálattal végeztük. A vizsgálat során igazoltuk, hogy 4 J becsapódási energia alatt a lövedék bár képes lehet a bőrbe hatolni, nem tud olyan mélyre hatolni, hogy súlyos sérülés bekövetkezésével számolni kelljen; 4,5 és 6 J között a lövedék már képes súlyos sérülést okozni olyan testtájakon, ahol felszínesen helyezkedik el nemes képlet (például ér vagy ideg), míg 7,5 J felett a lágy részben már 4–5 cm-t is meghaladó mélységű löcsatornával kell számolni.

Vizsgálataink során továbbá észleltük, hogy a légfegyver lövedékét a lágy részek eltéríthetik, ezáltal megtört löcsatornát hozhatnak létre; a lövedék továbbá a löcsatornában – valószínűsíthetően a szövetek rugalmassága következtében – visszafelé is mozoghat. Erre a klinikai gyakorlat során is figyelemmel kell lenni – a lövedék képalakotón észlelhető pozíciója nem jelzi teljes biztonsággal a löcsatorna végét. Szintén észlelhető volt, hogy a bemeneti nyílás mérete és alakja nem függ sem a lövedék energiájától, sem a lőtávolságtól [61]. Egy másik kutatásunkban a különböző típusú légfegyverlővedékek penetrációs képességét vizsgálva igazoltuk, hogy az eltérő típusú lövedékek penetrációs képessége nagymértékben különbözhet; illetve azt is bemutattuk, hogy egyes – nem konvencionális – lövedékek alkotórészei a képalakotó vizsgálat során nem ábrázolódnak, ami az ilyen lövedékekkel megölt sérültek ellátása esetén kihívást jelenthet [62].

## A műszerfal okozta medencesérülések vizsgálata

A csontrendszer sérüléseit érintő igazságügyi orvostani biomechanikai kutatásoknak a fentiekben taglalt, lágy részeket érintő sérülések vizsgálatánál nagyobb a múltja, szakirodalma [20, 21, 63, 64]. Vannak azonban olyan kérdéskörök, amelyeket a szakirodalomban eddig még nem vizsgáltak érdemben. Bár viszonylagosan jól ismert például az autóbalesetek során elszenvedett, műszerfal okozta medencesérülések mechanikája [65], korábban nem vizsgálták például azt, hogy csípőprotézis-beültetésen átesett betegeknél milyen erőbehatás mellett jöhet létre ilyen jellegű sérülés. A csípőprotézis-beültetéssel élők egyre növekvő száma [66–68] miatt a kérdéskör fontossága is növekszik.

A Debreceni Egyetemmel közös kutatásban azt vizsgáltuk, hogy csípőprotézis-beültetés esetén milyen erőbehatás mellett jön létre medencesérülés. 11, holttestekből eltávolított félmedencébe került beültetésre protézisvápa (Sanatmetal UHMW, Eger). A félmedencéket epoxigyantába (KEMAPOX Grund 2000, Murexin, Budapest) ágyazva rögzítettük egy fémkeretre. A protézis feje a vápába került pozicionálásra. A protézisszár végéhez csatlakoztatott fémrudat egy inga segítségével ütöttük meg, a térdtáj műszerfalhoz való ütdését szi-

mulálva. Az erőbehatás nagyságát az inga lendülésének szögével és az inga súlyával állítottuk be. Minden ütés után ellenőriztük a medence épségét, majd – amennyiben nem történt törés – növeltük az erőbehatás nagyságát a törés bekövetkezéséig.

Az acetabulum töréséhez szükséges átlagos erő a vizsgálat során 5852 N (3950–8386) volt. Az acetabulum töréséhez legalább 4000 N erő és 4 J energia volt szükséges, tehát ez tekinthető a törés bekövetkezése alsó határértékének (valós körülmények között azonban – a lágyszövetek, valamint az egyéb, energia elnyelésére alkalmas külső tényezők [például ülés] miatt – ennél nagyobb erő lehet szükséges a sérülés elszívásához). Eredményeink szerint a férfimedencék esetén a törés bekövetkezéséhez kb. 40%-kal nagyobb erő volt szükséges, valamint az eredmények arra is utaltak, hogy a sérülés létrehozásához szükséges erő az életkor növekedésével csökken [69]. A vizsgálati eredmények a kis mintaszám miatti korlátok mellett is arra hívják fel a figyelmet, hogy az egyéni sajátosságok, kórállapot jelentős szereppel bír a sérülések bekövetkezésében, mely tényezővel pedig mind az orvosszakértői gyakorlatban, mind egyéb tudományágakban (például a járművek biztonsági tervezése) számolni kell.

## Következtetés

Az igazságügyi orvostani biomechanika a külső erőbehatások következtében a szervezetben létrejövő strukturális változásokkal foglalkozó tudományág, amely a fizika és az orvostudomány határterületét képezi. A testi sérülések orvosszakértői véleményezése során felmerülő kérdések megválaszolásához szükséges annak mélyebb megértése, hogy az emberi szövetekben milyen változások jönnek létre az erőbehatások következtében, és milyen tényezők/mechanizmusok játszanak szerepet a sérülések létrejöttében. Amennyiben az egyes sérülések keletkezését ilyen szemlélettel vizsgáljuk, akkor a mai kor kívánalmának megfelelően objektívebb, tudományos megalapozottságú választ tudunk adni a feltett kérdésekre, mely válaszok sok esetben ellentmondanak a korábbi gyakorlatnak (akár az addigi dogmáknak). Kutatásainknak és az e kutatási eredményeket a magyar tudományos közösség számára is összefoglaló jelen közleménynek a célja, hogy elősegítsük e szemlélet magyar orvosszakértői gyakorlatba történő bevezetését. Szeretnénk továbbá azt is kiemelni, hogy e speciális szakterület multidiszciplináris, egyéb tudományágak bevonásával történő vizsgálódást tehet szükségessé [25, 70–72]. Reményeink szerint a sérülések biomechanikai aspektusainak vizsgálata a testi sérülések orvosszakértői véleményezését tovább mozdítja előre a bizonyítékokon alapuló orvoslás elveinek megfelelő irányba. A testi sérülések orvosszakértői véleményezésére vonatkozó legújabb módszertani levél [9] már az eredményeink és az igazságügyi orvostani biomechanikai szemlélet figyelembevételével készült, ezáltal jelen-

tős változásokat hozva – egyebek mellett – például az erőbehatás nagyságának vagy a súlyosabb sérülés keletkezési lehetőségének véleményezésében is.

*Anyagi támogatás:* A dolgozat megírása nem részesült anyagi támogatásban.

*Szerzői munkamegosztás:* A tanulmány elkészítése a következők szerint történt: S. G.: 30%, H. V.: 10%, P. D.: 10%, P. K.: 10%, T. D.: 10%, R. K.: 10%, P. V. S.: 20%. A közlemény végleges változatát valamennyi szerző elolvasta és jóváhagyta.

*Érdekltségek:* A szerzőknek nincsenek érdekltségeik.

## Irodalom

- [1] Central Statistical Office. Registered victims, victims becoming victims. [Központi Statisztikai Hivatal: Regisztrált sértettek, sértetté válások.] Available from: [https://www.ksh.hu/stadat\\_files/iga/hu/iga0005.html](https://www.ksh.hu/stadat_files/iga/hu/iga0005.html) [accessed: March 1, 2026]. [Hungarian]
- [2] Ministry of Justice and Law Enforcement. Decree 31/2008 (XII. 31.) on the operation of forensic experts. [31/2008. (XII. 31.) IRM rendelet az igazságügyi szakértői működéséről.] Available from: <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a0800031.irm> [accessed: March 1, 2026]. [Hungarian]
- [3] Ministry of Health, Social Affairs and Family. Decree 47/2004 on certain organizational issues of the continuous operation of healthcare, Annex 2. [47/2004. (V. 11.) ESzCsM rendelet az egészségügyi ellátás folyamatos működtetésének egyes szervezési kérdéseiről, 2. melléklet.] Available from: <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a0800031.irm> [accessed: March 1, 2026]. [Hungarian]
- [4] Fogarasi K, Simon G, Gyenes G, et al. Terminological ambiguities in clinical injury reports and their impact on forensic assessment. A multidisciplinary, retrospective, corpus-based study in Hungary. *Forensic Sci.* 2025; 5: 46.
- [5] Fogarasi K, Simon G, Gátos A, et al. Head or skull injury? Consequences of using mistranslated ICD diagnosis category: multicenter, blinded, randomized controlled analysis. *J Forensic Leg Med.* 2025; 110: 102815.
- [6] Walz C, Schwarz CS, Imdahl K, et al. Comparison of the quality of clinical forensic examination of victims of physical violence conducted by clinicians and forensic examiners. *Int J Legal Med.* 2023; 137: 1777–1786.
- [7] Simon G, Angyal M, Dérczy K, et al. Lessons of an unpunished child abuse. [Egy büntetlenül maradt gyermekbántalmazás tanulságai.] *Orv Hetil.* 2024; 165: 553–559. [Hungarian]
- [8] Fogarasi K, Patonai Z, Gyenes G, et al. Terminology and forensic expert judgment – the role of clinical injury documentation in criminal proceedings. [Terminológia és igazságügyi orvosszakértői megítélhetőség – a klinikai sérülésdokumentáció szerepe a büntetőeljárásban.] *Magyar Jogi Nyelv* 2025; 9(1): 1–8. [Hungarian]
- [9] Methodological letter No. 1/2025 of the Hungarian Chamber of Forensic Experts on the assessment of bodily injuries and health damage by forensic medical experts in criminal proceedings. [A Magyar Igazságügyi Szakértői Kamara 1/2025. számú módszertani levele. A testi sérülések és az egészségkárosító igazságügyi orvosszakértői véleményezéséről a büntetőeljárásban.] Available from: <https://miszk.hu/index.php/tudastar/>

- kamarai-modszertani-levelek [accessed: March 1, 2026]. [Hungarian]
- [10] Belky J. Fundamentals of forensic medicine. [A törvényszéki orvostan alapvonalai.] Eggenberger-féle Könyvkereskedés, Budapest, 1880. [Hungarian]
- [11] Somogyi E. Fundamentals of forensic medicine. [Az igazságügyi orvostan alapjai.] Medicina Könyvkiadó, Budapest, 1964. [Hungarian]
- [12] Kenyeres B. Textbook of forensic medicine. [A törvényszéki orvostan tankönyve.] Universitas Könyvkiadó Társaság, Budapest, 1926.
- [13] Buris L. Handbook of forensic medicine. [Az igazságügyi orvostan kézikönyve.] Medicina, Budapest, 1991. [Hungarian]
- [14] Sótöny P. (szerk.) Forensic medicine. 5th revised and expanded edition: E-book. [Igazságügyi orvostan. 5. átdolgozott és bővített kiadás: E-könyv] Semmelweis Kiadó, Budapest, 2022. [Hungarian]
- [15] Methodological letter No. 2 of the National Institute of Forensic Medicine. [Országos Igazságügyi Orvostani Intézet 2. sz. módszertani levele.] Available from: <https://semmelweis.hu/igazsagugy/modszertani-levelek/> [accessed: March 1, 2026]. [Hungarian]
- [16] Methodological letter No. 16 of the National Institute of Forensic Medicine. [Országos Igazságügyi Orvostani Intézet 16. sz. módszertani levele.] Available from: <https://semmelweis.hu/igazsagugy/modszertani-levelek/> [accessed: March 1, 2026]. [Hungarian]
- [17] Saukko P, Knight B. Knight's forensic pathology. CRC Press, Boca Raton, FL, 2015.
- [18] Payne-James J, Jones RM. Simpson's forensic medicine. 15<sup>th</sup> ed. CRC Press, Boca Raton, FL, 2025.
- [19] Tenny S, Varacallo MA. Evidence-based medicine. In: StatPearls. StatPearls Publishing, Treasure Island, FL, September 10, 2024.
- [20] Hannon P, Kapp K. Forensic biomechanics. Lawyers & Judges Publishing Company, Tucson, AZ, 2018.
- [21] Kieser J, Taylor M, Carr D. Forensic biomechanics. Wiley-Blackwell, Hoboken, NJ, 2013.
- [22] Franck H, Franck D. Forensic biomechanics and human injury. CRC Press, Boca Raton, FL, USA, 2016.
- [23] Act XXIX of 2016 on forensic experts. [2016. évi XXIX. törvény az igazságügyi szakértőkről.] Available from: <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a1600029.tv> [accessed: March 1, 2026]. [Hungarian]
- [24] Brinkmann B, Madea B. Handbook of forensic medicine. [Handbuch gerichtliche Medizin.] Springer, Berlin, Heidelberg, 2003. [German]
- [25] Madea B. Handbook of forensic medicine. Wiley-Blackwell, Hoboken, NJ, 2014.
- [26] Fülöp P. The anatomy of falls. *Police Studies* 2024; 4(1–2): 75–84.
- [27] Simon G. Endogenous factors of liver injuries. Forensic aspects. Doctoral (PhD) thesis. [A májsérülések endogén tényezői. Forenzikus aspektusok. Doktori-értekezés (PhD).] Pécsi Tudományegyetem, Általános Orvostudományi Kar, Klinikai Orvostudományok Doktori Iskola, Pécs, 2020. [Hungarian]
- [28] Bedogni G, Nobili V, Tiribelli C. Epidemiology of fatty liver: an update. *World J Gastroenterol.* 2014; 20: 9050–9054.
- [29] Chen S, Sanchez W, Callstrom MR, et al. Assessment of liver viscoelasticity by using shear waves induced by ultrasound radiation force. *Radiology* 2013; 266: 964–970.
- [30] Simon G, Heckmann V, Tóth D, et al. The effect of hepatic steatosis and fibrosis on liver weight and dimensions. *Leg Med (Tokyo)* 2020; 47: 101781.
- [31] DiMaio VJ, Dana SE. Handbook of forensic pathology. CRC Press, Boca Raton, FL, 2006.
- [32] DiMaio VJ, DiMaio DJ. Forensic pathology. 2<sup>nd</sup> ed. CRC Press, Boca Raton, FL, 2001.
- [33] Molina DK. Is steatosis a risk factor for hepatic blunt force injury? *Am J Forensic Med Pathol.* 2011; 32: 263–265.
- [34] Mazza E, Nava A, Hahnloser D, et al. The mechanical response of human liver and its relation to histology: an in vivo study. *Med Image Anal.* 2007; 11: 663–672.
- [35] Simon G, Poór VS, Heckmann V, et al. The effect of steatosis and fibrosis on blunt force vulnerability of the liver. *Int J Legal Med.* 2020; 134: 1067–1072.
- [36] World Health Organization. Road traffic injuries. Available from: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/road-traffic-injuries> [accessed: March 1, 2026].
- [37] Parmley LF, Mattingly TW, Manion WC, et al. Nonpenetrating traumatic injury of the aorta. *Circulation* 1958; 17: 1086–1101.
- [38] Kiss-Kovács R, Fábrián-Nagy S, Morvai-Illés B, et al. Addressing the feasibility of abdominal aortic aneurysm screening in Hungarian primary care. [A hasi aorta aneurysma szűrés létjogosultságának kérdése a hazai alapellátásban.] *Orv Hetil.* 2025; 166: 788–794. [Hungarian]
- [39] Akutsu K. Etiology of aortic dissection. *Gen Thorac Cardiovasc Surg.* 2019; 67: 271–276.
- [40] Stary HC, Chandler AB, Dinsmore RE, et al. A definition of advanced types of atherosclerotic lesions and a histological classification of atherosclerosis. A report from the Committee on Vascular Lesions of the Council on Arteriosclerosis, American Heart Association. *Circulation* 1995; 92: 1355–1374.
- [41] Pauka D, Poór VS, Maróti P, et al. Biomechanical study on the effect of atherosclerosis on the vulnerability of thoracic aorta, and its role in the development of traumatic aorta injury. *PLoS ONE* 2023; 18: e0287652.
- [42] Stemper BD, Yoganandan N, Pintar FA, et al. Multiple subfailures characterize blunt aortic injury. *J Trauma* 2007; 62: 1171–1174.
- [43] United Nations Office on Drugs and Crime. Global study on homicide 2023. Available from: [https://www.unodc.org/documents/data-and-analysis/gsh/2023/Global\\_study\\_on\\_homicide\\_2023\\_web.pdf](https://www.unodc.org/documents/data-and-analysis/gsh/2023/Global_study_on_homicide_2023_web.pdf) [accessed: March 1, 2026].
- [44] Fazekas IG, Kósa F, Jobba G, et al. Mechanical factors in experimental stab wounds. [Untersuchung mechanischer Faktoren bei experimentellen Stichverletzungen.] *Z Rechtsmed.* 1972; 70: 223–228. [German]
- [45] Fazekas IG, Kósa F, Bajnóczky I, et al. Stabbing force required for penetration of the human skin and various articles of clothing. [Mechanische Untersuchung der Kraft durchbohrender Einstiche an der menschlichen Haut und verschiedenen Kleidungsschichten.] *Z Rechtsmed.* 1972; 70: 235–240. [German]
- [46] Gitto L, Serinelli S, Werner FW, et al. Determination of force required to produce stab wounds in cadaveric chest tissues. *Am J Forensic Med Pathol.* 2021; 42: 318–323.
- [47] Parmar K, Hainsworth SV, Ruttly GN. Quantification of forces required for stabbing with screwdrivers and other blunter instruments. *Int J Legal Med.* 2012; 126: 43–53.
- [48] Annaidh AN, Cassidy M, Curtis M, et al. A combined experimental and numerical study of stab-penetration forces. *Forensic Sci Int.* 2013; 233: 7–13.
- [49] Hainsworth SV, Delaney RJ, Ruttly GN. How sharp is sharp? Towards quantification of the sharpness and penetration ability of kitchen knives used in stabbings. *Int J Legal Med.* 2008; 122: 281–291.
- [50] Heckmann V, Engum V, Simon G, et al. Piercing the surface: a mechanical analysis of stabbing with household tools. *J Forensic Sci.* 2023; 68: 1218–1227.
- [51] Heckmann V. Objectivity in forensic medicine. Modern methods of examination and evaluation of stab injuries. Doctoral (PhD) thesis. [Objektivitás a forenzikus medicinában. A szúrt sérülések vizsgálatának és véleményezésének modern módszerei. Doktori értekezés (PhD).] Pécsi Tudományegyetem, Klinikai Orvostudományok Doktori Iskola, Pécs, 2026. Available from: [https://aok.pte.hu/docs/phd/file/dolgozatok/2026/Heckmann\\_](https://aok.pte.hu/docs/phd/file/dolgozatok/2026/Heckmann_)

- Veronika\_PhD\_dolgozat.pdf [accessed: March 1, 2026]. [Hungarian]
- [52] Ceylan H, McGowan A, Stringer MD. Air weapon injuries: a serious and persistent problem. *Arch Dis Child*. 2002; 86: 234–235.
- [53] Wightman G, Cochrane R, Gray RA, et al. A contribution to the discussion on the safety of air weapons. *Sci Justice* 2013; 53: 343–349.
- [54] Simon G, Heckmann V, Tóth D, et al. Brain death of an infant caused by a penetrating air gun injury. *Leg Med (Tokyo)* 2019; 39: 41–44.
- [55] Petrus K, Angyal M, Tóth D, et al. Forensic assessment of a life-threatening penetrating abdominal air gun injury. *Leg Med (Tokyo)* 2023; 60: 102182.
- [56] Act XXIV of 2004 on firearms and ammunition. [2004. évi XXIV. törvény a lőfegyverekről és lőszeréről.] Available from: <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a0400024.tv> [accessed: March 1, 2026]. [Hungarian]
- [57] DiMaio VJ. Penetration and perforation of skin by bullets and missiles. A review of the literature. *Am J Forensic Med Pathol*. 1981; 2: 107–110.
- [58] DiMaio VJ, Copeland AR, Besant-Matthews PE, et al. Minimal velocities necessary for perforation of skin by air gun pellets and bullets. *J Forensic Sci*. 1982; 27: 894–898.
- [59] Sellier K. Effectiveness of small calibre ammunition. Proceedings of the symposium on wound ballistics. *Acta Chir Scand Suppl*. 1979; 489: 13–26.
- [60] McKenzie HJ, Coil JA, Ankney RN. Experimental thoracoabdominal airgun wounds in a porcine model. *J Trauma* 1995; 39: 1164–1167.
- [61] Petrus K, Yaşlıoğlu F, Poór VS, et al. Penetration capability of 0.177 (4.5 mm) air gun pellet and the characteristics of the entrance wound at various impact energies between 3.28–15.64 J on porcine skin. An experimental study. *J Forensic Leg Med*. 2025; 111: 102849.
- [62] Petrus K, Simon G, Kovács G, et al. Beyond lead and diabolo – penetration capabilities of non-traditional air gun projectiles. *Forensic Sci Int*. 2026; 384: 112929.
- [63] Chen Y. Current state and progress of research on forensic biomechanics in China. *Forensic Sci Res*. 2021; 6: 1–12.
- [64] L'Abbé EN, Symes SA, Raymond DE, et al. The Rorschach butterfly, understanding bone biomechanics prior to using nomenclature in bone trauma interpretations. *Forensic Sci Int*. 2019; 299: 187–194.
- [65] Rupp JD, Miller CS, Reed MP, et al. Characterization of knee-thigh-hip response in frontal impacts using biomechanical testing and computational simulations. *Stapp Car Crash J*. 2008; 52: 421–474.
- [66] Maradit Kremers H, Larson DR, Crowson CS, et al. Prevalence of total hip and knee replacement in the United States. *J Bone Joint Surg Am*. 2015; 97: 1386–1397.
- [67] Burkus M, Bruch A. The current state of the background, incidence, and treatment strategies of hip fractures. [A csípőtáji törések hátterének, előfordulásának és kezelési stratégiájának aktuális helyzete.] *Orv Hetil*. 2025; 166: 1163–1171. [Hungarian]
- [68] Venczel V, Mód M, Schlégl ÁT, et al. Analysis of elective hip arthroplasty procedures at the Department of Orthopedics, University of Pécs (1998–2023). [A PTE Ortopédiai Klinika 1998 és 2023 közötti elektív csípőprotetikai tevékenységének elemzése.] *Orv Hetil*. 2025; 166: 1256–1264. [Hungarian]
- [69] Rác K, Simon G, Gyórfi G, et al. Experimental biomechanical study on the consequences of dashboard injury of the pelvis after total hip replacement. *Int J Legal Med*. 2026; 140: 559–565.
- [70] Fülöp P. „Body physics” – Innovative options for supporting medical expert work. In: Gaál Gy, Hautzinger Z. (eds.) Pécs Border Guard Scientific Publications XXVII. Law enforcement research and innovation. [“Body physics” – Az orvosszakértői munka támogatásának innovatív lehetőségei. In: Gaál Gy, Hautzinger Z. (szerk.) Pécsi Határőr Tudományos közlemények XXVII. Rendészeti kutatások és innováció.] Magyar Hadtudományi Társaság Határőr Szakosztály Pécsi Szakcsoportja a Magyar Rendészettudományi Társaság a Magyar Rendészettudományi Társaság közreműködésével, Pécs, 2025. Available from: [https://www.peschor.hu/periodika/XXVII/Fulop\\_Peter.pdf](https://www.peschor.hu/periodika/XXVII/Fulop_Peter.pdf) [accessed: March 1, 2026]. [Hungarian]
- [71] Fülöp P. Brutal physics in a different way: physicists in search of the truth. [Brutális fizika másképp: fizikusok az igazság nyomában.] *Magy Rendész* 2019; 19: 67–87. [Hungarian]
- [72] Fullár A, Fülöp P, Újvári Zs, et al. Empirical and virtual experiments: reconstruction of an extraordinary death. *Police Studies* 2025; 5: 81–96.

(Simon Gábor dr.,  
Pécs, Szigeti út 12., 7624  
e-mail: gabor.simon@aok.pte.hu)

„Non intellecti nulla est curatio morbi.” (Cornelius Gallus)  
(Mit kideríteni nem bírunk, nincs írja a bajnak.)