UNIKLINIK KÖLN

Distanzelektroimpulsgeräte

Medizinische Aspekte von „Tasern“

26.06.2025

Interessenkonflikte

- Erstellung eines medizinischen Gutachtens für das Innenministerium des Landes NRW

- Keine weiteren

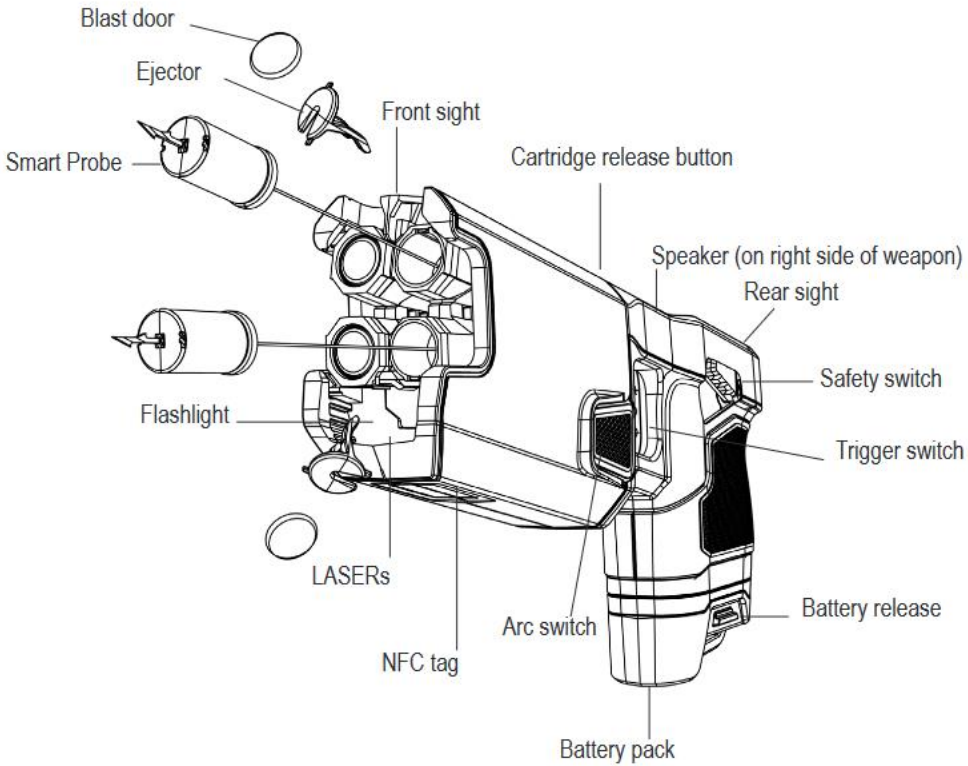
Tom A. Swift and His Electric Rifle= Taser

- 1960 NASA- Wissenschaftler Jack Clover
- Axon Enterprise Taser X26 bis 2014
- X26P und X2 seit 2011

- Neuere Geräte: Taser 7 und 12

- Unterschiedliche Anzahl von Sonden, Kartuschen und weitere technische Details

Aufbau des Taser 7



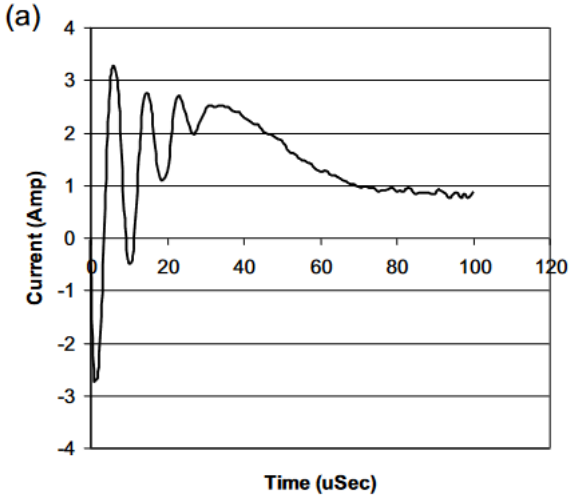
Kunz, S. N. & Krys, L. F. Elektroschockdistanzwaffen Taser® X2 und T7. *Notfall Rettungsmed* **25**, 1–9 (2022).

Axon Enterprise, Inc. TASER 7 and TASER 7 CQ Energy Weapons User Manual. 1–53 (2022).

UNIKLINIK KÖLN

Technische Kennzahlen

Impuls des Taser X26



Ling, M. X., McFaul, C. A., Meng, M. & Lee, R. C. Electromuscular Incapacitation Current Induced Neuromuscular Tissue Injury. *Bioelectromagnetics* **41**, 540–551 (2020).

Taser 7

Parameter	Wertebereich
Widerstand (Ω)[a]	250–1000
Impulsrate (Hz)	21–23
Impulsdauer (µs)	35–55
Effektive Ladung (µC)	59–67
Effektive Stromstärke (mA)	1,3–1,5
Maximale Spannung (V)	1500–2600

[a]Induktionsfrei

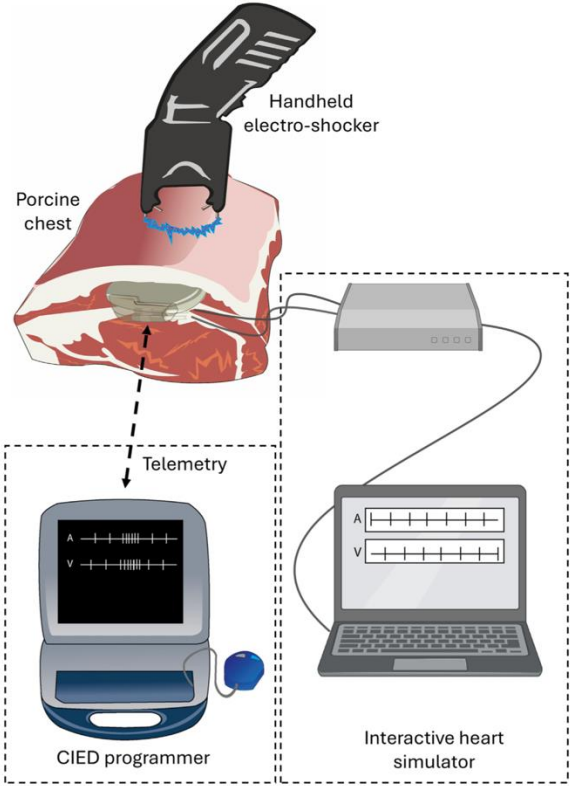
Kunz SN, Krys LF (2022) Elektroschockdistanzwaffen Taser® X2 und T7. Notfall Rettungsmed 25:1–9. https://doi.org/10.1007/s10049-020-00791-8

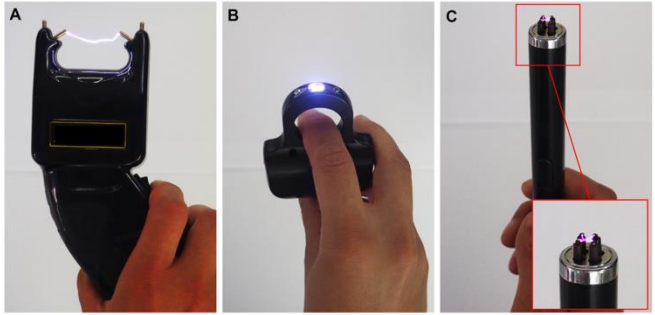
UNIKLINIK KÖLN

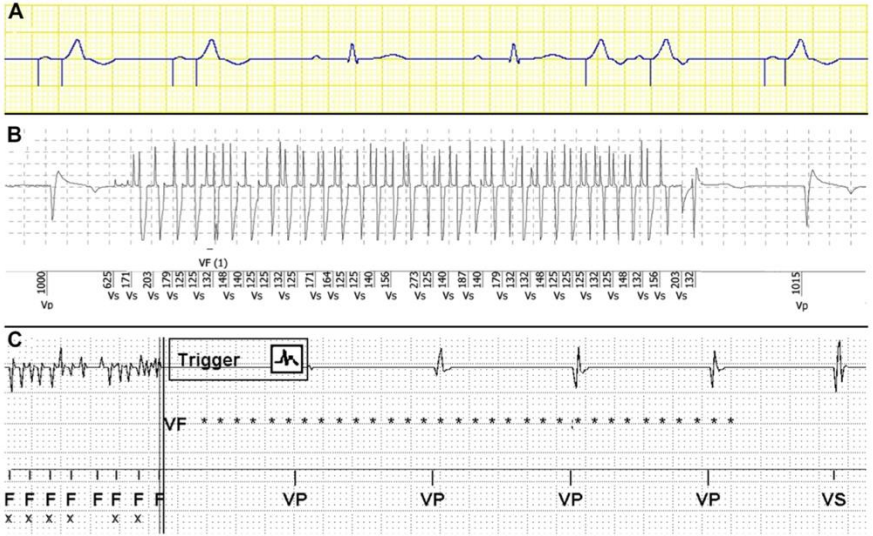
Medizinische Risiken

- Mechanische Verletzungen durch Sonden
- Sturzfolgen
- Effekte der DEIG-Entladung
  - Herzrhythmusstörungen
  - Effekte auf die Atemmuskulatur
  - Effekte auf die Muskulatur

Handheld „Taser“ im Schweinemodel







UNIKLINIK KÖLN

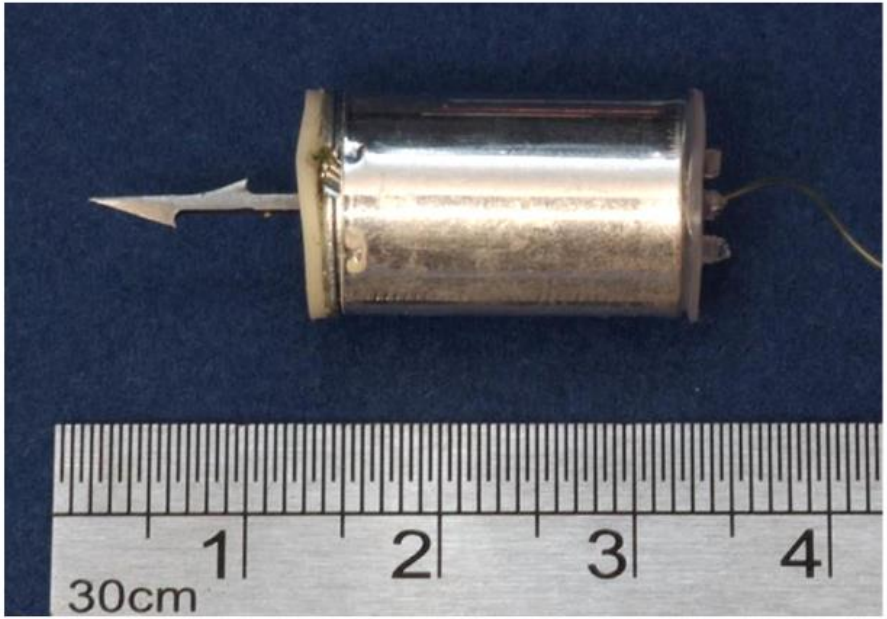
What actually happened:

CONCLUSION Handheld electro-shockers pose a substantial acute risk for interaction with CIEDs. The individual risk depends on electro-shocker voltage, manufacturer, and type of cardiac device.

- Inhibition der Stimulation <u>während</u> der Abgabe
- Aufzeichnung einer Tachykardie-Episode
- Aufladung des Kondensators
- <u>KEIN</u> Schock

UNIKLINIK KÖLN

Mechanische Verletzungen durch Sonden



Meist nur leichte Schürfwunden

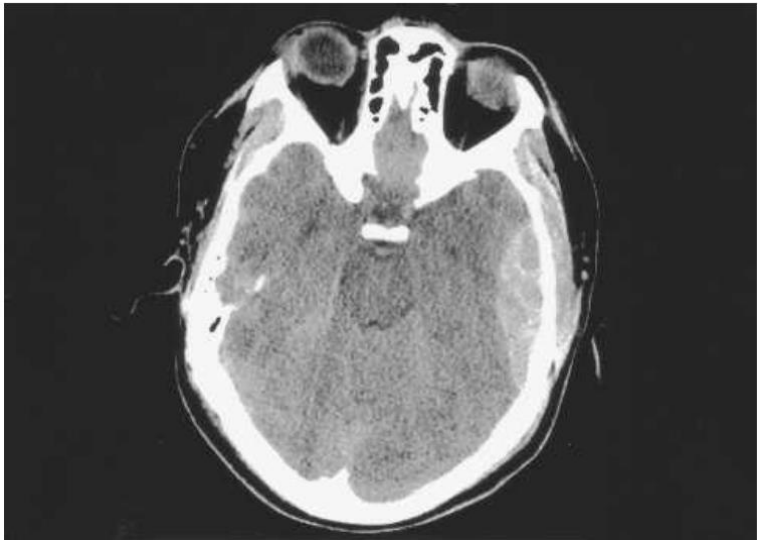
Einige Fallberichte von:

- Verletzungen von Augen, Gesicht, Hals
- Pneumothorax
- Durchdringen des Schädelknochens
- Frakturen der Finger

Bleetman, A., Hepper, A. E. & Sheridan, R. D. The use of TASER devices in UK policing: an update for clinicians following the recent introduction of the TASER 7. *Emerg Med J* **40**, 147–150 (2023).

UNIKLINIK KÖLN

Sturzfolgen



Mangus, B. E., Shen, L. Y., Helmer, S. D., Maher, J. & Smith, R. S. Taser and Taser associated injuries: a case series. *Am Surg* **74**, 862–865 (2008).

- Stürze mit gefährlichen Verletzungen, wie Hirnblutungen möglich
- Geschätztes Risiko für einen DEIG-bedingten Sturz mit Todesfolge: 5/1.000.000 Einsätze

Kroll, M. W., Adamec, J., Wetli, C. V. & Williams, H. E. Fatal traumatic brain injury with electrical weapon falls. J Forensic Leg Med 43, 12–19 (2016).

UNIKLINIK KÖLN

Problem: konkurrierende Ursachen

Beispiel: Analyse von Todesfällen nach DEIG Einsatz über 4 Jahre in den USA

➔ Insgeamt 75 Todesfälle identifiziert, hiervon in 37 weitere Daten verfügbar und keine offensichtliche andere Todesursache

TABLE 1. Toxicology Findings in Taser-Related Fatalities

	n	(%)
Illegal substances	29	(78.3)
Cocaine	17	(45.9)
Methamphetamine	3	(8.1)
Cannabinoids	3	(8.1)
Cocaine and methamphetamine	4	(10.8)
Cocaine and cannabinoids	1	(2.7)
Lysergic acid diethylamide	1	(2.7)
Other mind-altering substances*		
Ephedrine, caffeine	4	(10.8)
Antidepressants	4	(10.8)
Antipsychotics	3	(8.1)
Alcohol	7	(18.9)
Opiates	4	(10.8)
Benzodiazepines	1	(2.7)

*Numbers do not add up to 100% because many individuals had multiple substances.

TABLE 3. Cause of Death by Medical Examiner Report

	n (%)
Stimulant intoxication	18 (48.6)
Cardiac arrest/arrhythmia	12 (32.4)
Excited delirium	3 (11.1)
Positional asphyxia	2 (5.4)
Acute congestive heart failure	1 (2.7)
Undetermined	1 (2.7)

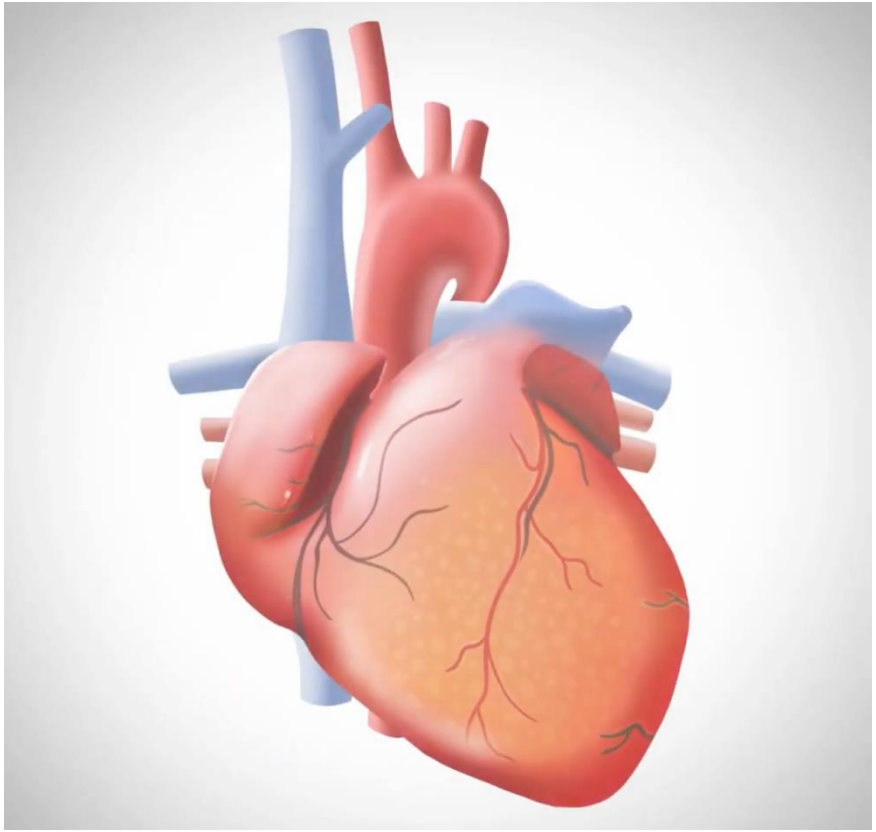
Gesamtzahl der DEIG-Einsätze im Zeitraum unbekannt (mind. 7000 Polizeiwachen in den USA zum Zeitpunkt der Studie mit DEIG ausgerüstet)

Strote, J. & Range Hutson, H. Taser Use in Restraint-Related Deaths. *Prehospital Emergency Care* **10**, 447–450 (2006).

UNIKLINIK KÖLN

Effekte der DEIG-Entladung: Herzrhythmusstörungen

Auftreten von Herzrhythmusstörungen



UNIKLINIK KÖLN

Effekte der DEIG-Entladung: Herzrhythmusstörungen

- Einige Fallberichte mit Nachweis von Kammerflimmern nach Taser-Einsatz.

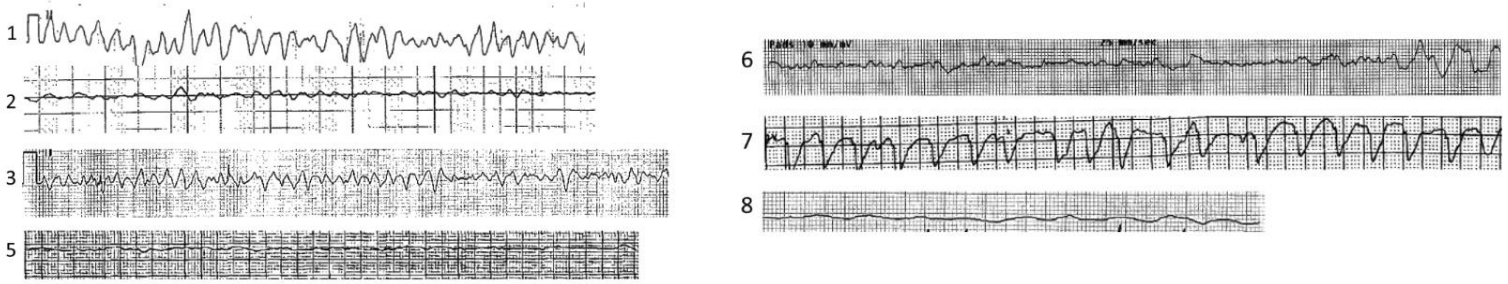
Beispiel:

Circulation
Volume 125, Issue 20, 22 May 2012; Pages 2417-2422
https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.112.097584

American Heart Association.

ARRHYTHMIA/ELECTROPHYSIOLOGY

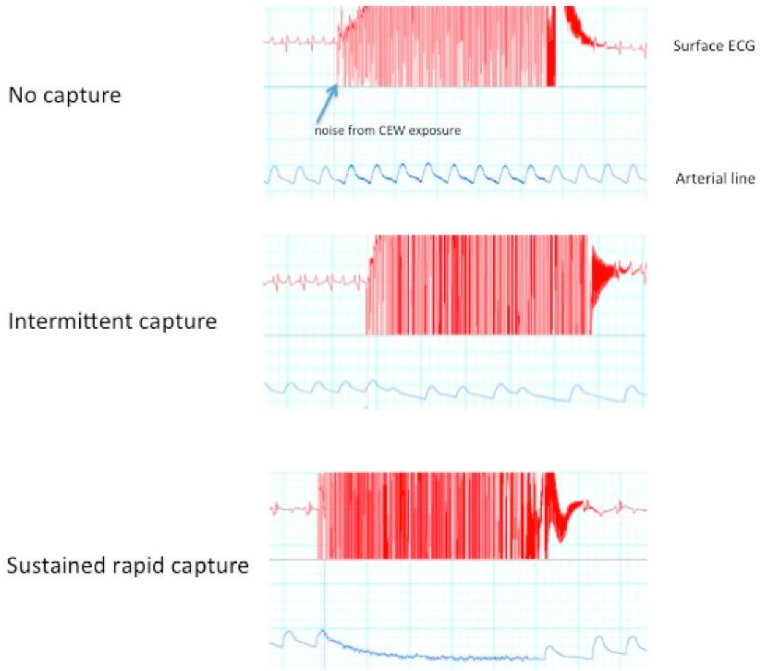
Sudden Cardiac Arrest and Death Following Application of Shocks From a TASER Electronic Control Device



Zipes, D. P. Sudden cardiac arrest and death following application of shocks from a TASER electronic control device. *Circulation* **125**, 2417–2422 (2012).

UNIKLINIK KÖLN

Kardiale Effekte



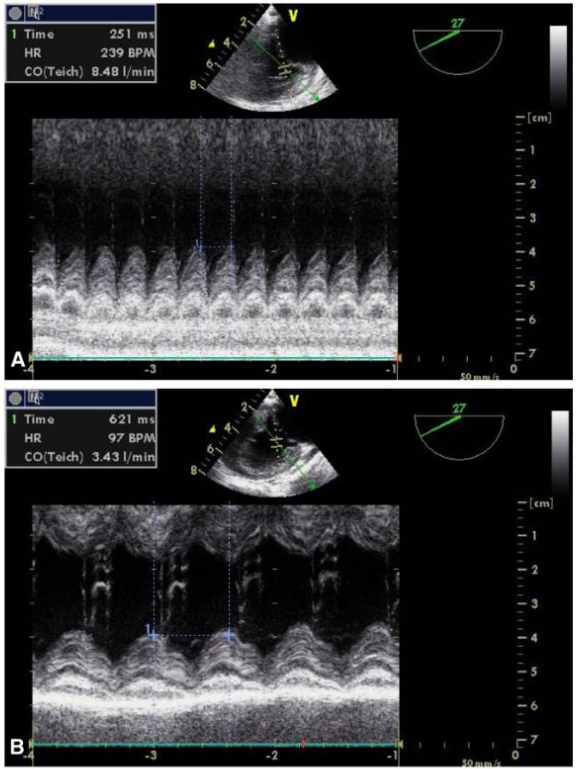


Figure 3. M-mode echocardiography shows heart rate of Taser X26 in a small pig. (A) Chest orientation, heart rate 239 beats/min. (B) Abdominal orientation, heart rate 97 beats/min.

Dawes, D. M. *et al.* A comparison of three conducted electrical weapons in a surrogate swine cardiac safety model. *J Forensic Leg Med* **77**, 102088 (2021).

Koerber, S. M. *et al.* Cardiac stimulation with electronic control device application. *J Emerg Med* **47**, 486–492 (2014).

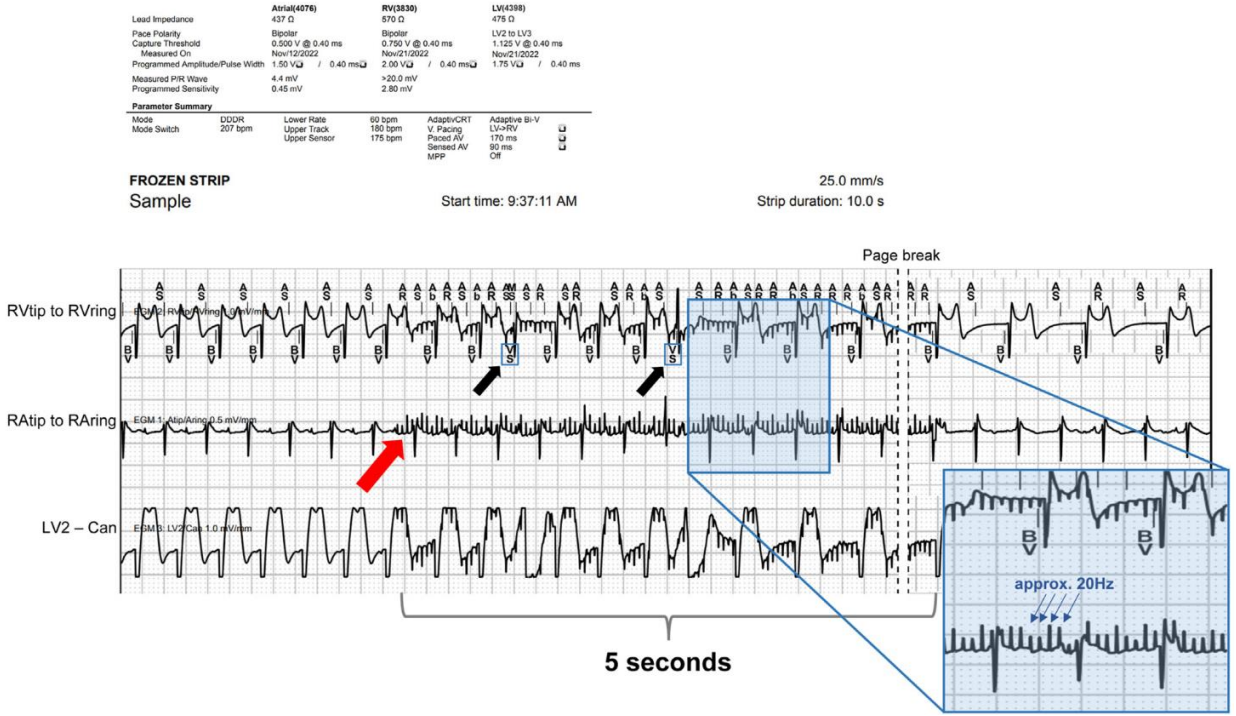
UNIKLINIK KÖLN

Interferenz mit Devices

CRT bei AV Block III° mit hohem junktionalen ER als Eigenrhythmus

Grunderkrankung:

Fallot Tetralogie nach operative Korrektur



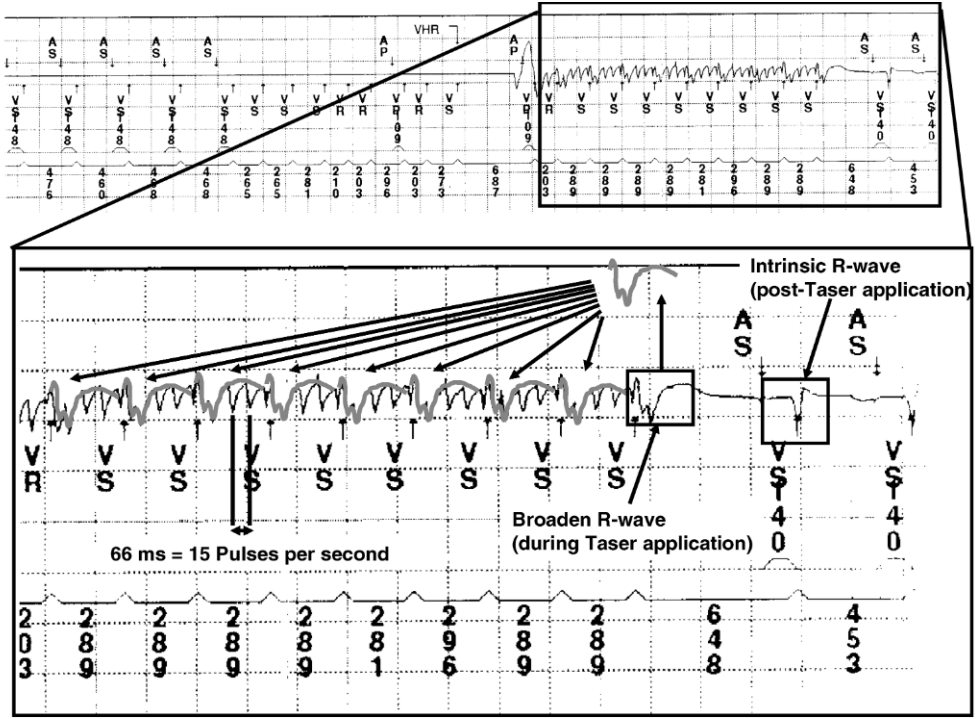
Pope, T. D., Japra, N., Shah, A. D. & Lloyd, M. Real-time monitoring of an implantable cardiac device during taser device discharge. *HeartRhythm Case Rep* **9**, 420–422 (2023).

UNIKLINIK KÖLN

Interferenz mit Devices

- 53 J
- 2-Kammer-SM
- Sick-Sinus-Syndrom

- Nachweis von Ventrikulärem Capture im Schrittmacherholter

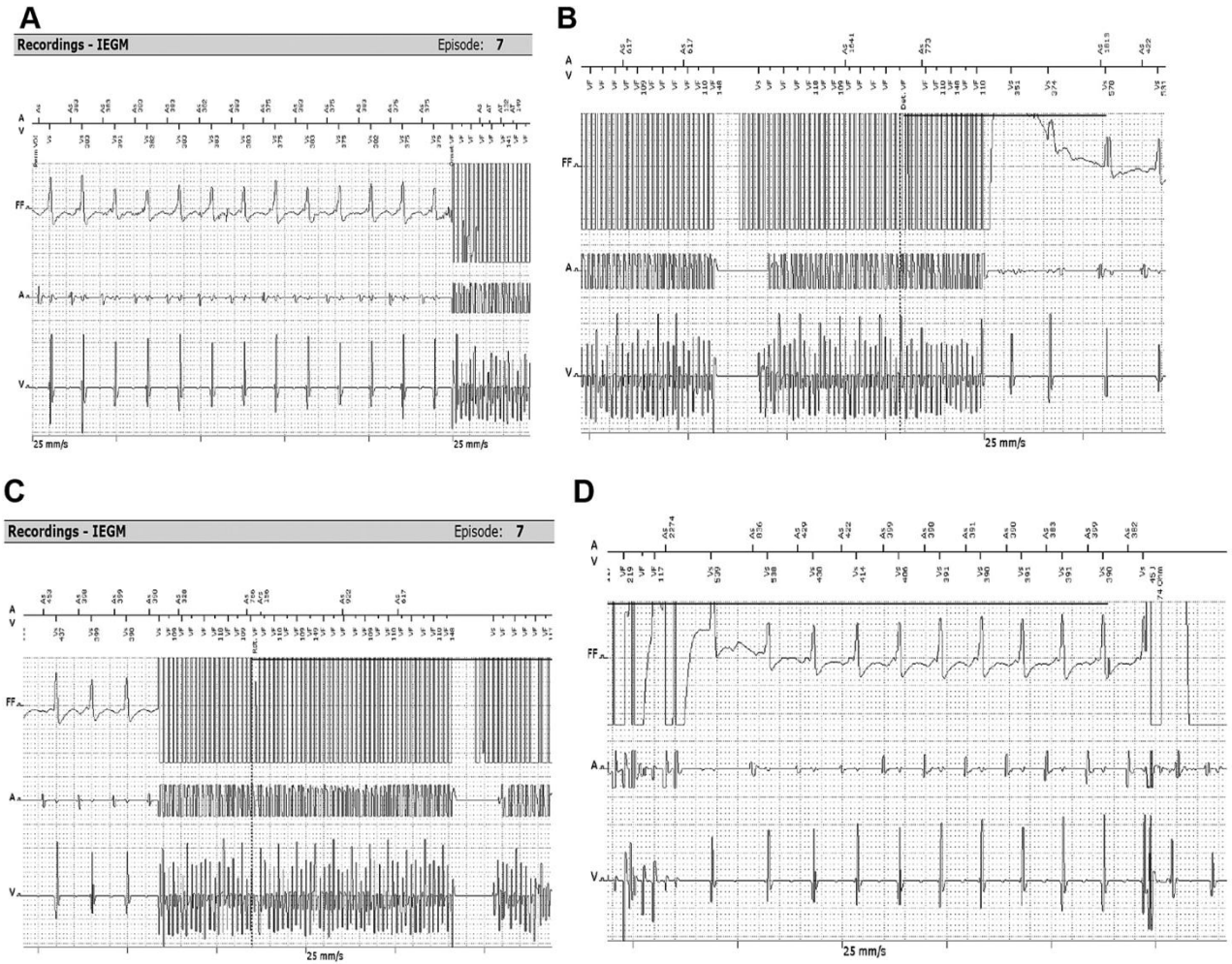


Cao, M., Shinbane, J. S., Gillberg, J. M., Saxon, L. A. & Swerdlow, C. D. Taser-induced rapid ventricular myocardial capture demonstrated by pacemaker intracardiac electrograms. *J Cardiovasc Electrophysiol* **18**, 876–879 (2007).

UNIKLINIK KÖLN

Interferenz mit Devices

- 50 J
- sekundärprophylaktischer ICD bei VT i.R. Long-QT-Syndrom
- 2x 5s Taser Exposition
- inadäquater ICD Schock



Barbhaiya, C. R. *et al.* Inappropriate ICD Shock as a Result of TASER Discharge. *JACC Case Rep* **2**, 1166–1169 (2020).

Wie wahrscheinlich ist Kammerflimmern durch Taser?

- Im Tierexperiment reproduzierbar auslösbar, jedoch Limitationen durch das gewählte Modell
- In sämtlichen Studien mit freiwilligen Probanden bisher kein Fall von Kammerflimmern
- In einem Holter eines Herzschrittmachers Nachweis einer schnellen myokardialen Stimulation durch ein DEIG ohne weitere Konsequenz
- Verschiedene Fallberichte von Todesfällen nach Taser-Einsatz mit erschwerter Bewertung:
  - erst nach Eintreffen der Rettungskräfte Monitoring
  - teils unklarer initialer Rhythmus
  - meist intoxikierte Patienten
  - häufig psychotische Patienten, teils mit entsprechender Medikation

Wie wahrscheinlich ist Kammerflimmern durch Taser?

Wahrscheinlichkeit von VF in Abhängigkeit der Entfernung der Sonden zum Herzen im Schweinemodell

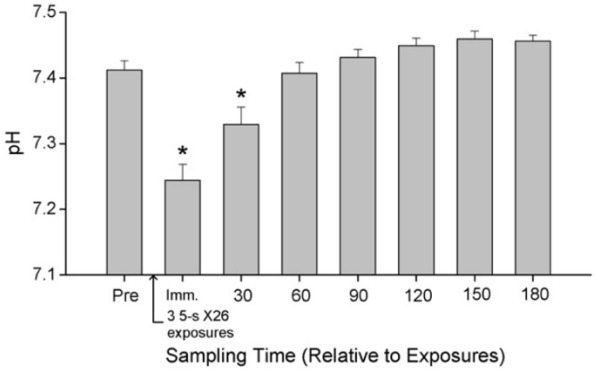
Kunz, S. N., Calkins, H., Adamec, J. & Kroll, M. W. Cardiac and skeletal muscle effects of electrical weapons: A review of human and animal studies. *Forensic Sci Med Pathol* **14**, 358–366 (2018).

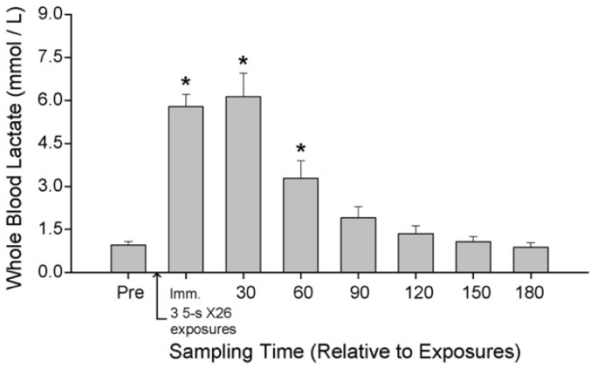
- Im Tiermodell kann Kammerflimmern in Abhängigkeit des Abstandes der Sonden zum Herzen ausgelöst werden
  - Risikobewertung für den Menschen je nach Studie zwischen 1 : 5.814 bis 1 : 2.857.143 pro Einsatz

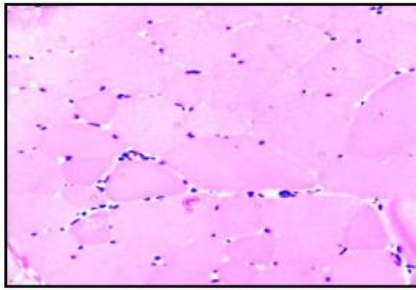
1. Wu, J.-Y. et al. Taser dart-to-heart distance that causes ventricular fibrillation in pigs. IEEE Trans Biomed Eng **54**, 503–508 (2007).
2. Brave, M. A., Lakkireddy, D. R., Kroll, M. W. & Panescu, D. Validity of the small swine model for human electrical safety risks. Annu Int Conf IEEE Eng Med Biol Soc **2016**, 2343–2348 (2016).
3. Panescu, D., Kroll, M. & Brave, M. Cardiac fibrillation risks with TASER conducted electrical weapons. Annu Int Conf IEEE Eng Med Biol Soc **2015**, 323–329 (2015).

UNIKLINIK KÖLN

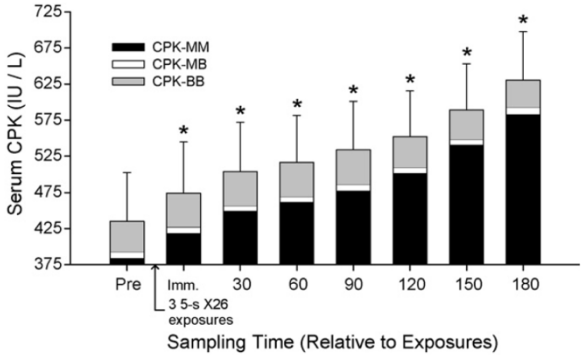
Muskuläre Wirkung und Metabolische Veränderungen







Modifiziert von Ling, M. X., McFaul, C. A., Meng, M. & Lee, R. C. Electromuscular Incapacitation Current Induced Neuromuscular Tissue Injury. *Bioelectromagnetics* **41**, 540–551 (2020).



Jauchem, J. R., Cook, M. C. & Beason, C. W. Blood factors of Sus scrofa following a series of three TASER electronic control device exposures. *Forensic Sci Int* **175**, 166–170 (2008).

UNIKLINIK KÖLN

Mögliche Effekte auf die Atemmuskulatur

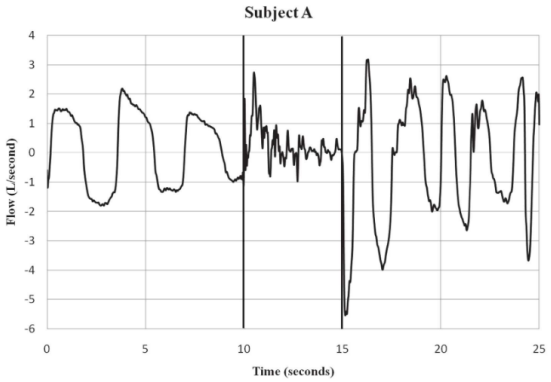


FIGURE 1 | Subject A – respiratory flow pre, during and post-ECD exposure. Subject A is an example of a participant who showed both inspiratory and expiratory activity during the ECD exposure period. Only a few of the subjects showed this pattern of respiratory activity during ECD exposure. The vertical lines indicate the onset and offset of ECD exposure. Negative values represent inspiratory flow.

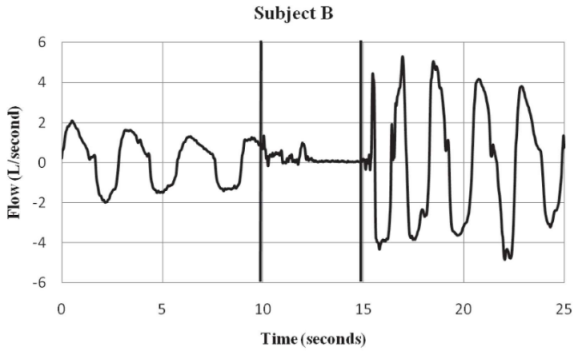


FIGURE 2 | Subject B – respiratory flow pre, during and post-ECD exposure. Subject B is an ex ample of a participant who showed a substantial inspiratory volume displacement from the pre-ECD to the exposure period. Most subjects showed this pattern of little or no inspiratory activity during the *5*-s exposure. The vertical lines indicate the onset and offset of EC D exposure. Negative values represent inspiratory flow.

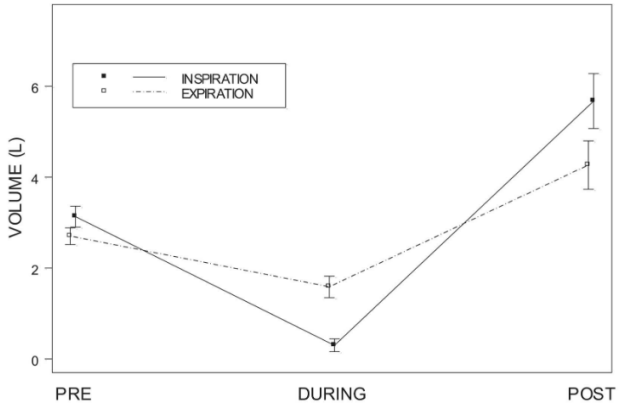


FIGURE 6 | Inspiratory and expiratory volume. Shows inspiratory and expiratory volumes for each of the 5-s periods of time measured: pre-ECD, during ECD, and post-ECD. Both inspiration and expiration significantly decreased during ECD exposure.

VanMeenen, K. M. *et al.* Respiratory and Cardiovascular Response during Electronic Control Device Exposure in Law Enforcement Trainees. *Front Physiol* **4**, 78 (2013).

UNIKLINIK KÖLN

Risikogruppen

- Kardial Vorerkrankte + Deviceträger (Herzschrittmacher, ICD)
- Minderjährige (Kleiner Thorax, geringer Abstand der Sonden zum Herz)
- Schwangere (Einzelfallbericht über Abort)
- Psychisch Vorerkrankte/Intoxikierte (Medikation, QTc-Zeit)

Retrospektive Analyse von Polizeidaten 2015-2017 UK

Vergleich mit Schlagstock oder Pfefferspray: Effektivität

Type of force (includes drawing/aiming equipment)	Effective	Ineffective	% Effective
Firearms	2,634	93	97
Police Dog	472	91	84
Physical confrontation	31,406	6,202	84
AEP	67	20	77
Taser	8,639	4,007	68
Baton	1,453	711	67
Irritant Spray	1,963	1,643	54
Total	46,634	12,767	79

Stevenson, R. & Drummond-Smith, I. Medical implica ons of Conducted Energy Devices in law enforcement. J Forensic Leg Med 73, 101948 (2020).

UNIKLINIK KÖLN

Retrospektive Analyse von Polizeidaten 2015-2017 UK

Vergleich mit Schlagstock oder Pfefferspray: Verletzungen von Officers

Type of force (includes drawing/aiming equipment)	Uses of force	Officer injured	% injured
Irritant Spray	2,465	403	16
Baton	1,274	135	11
Physical confrontation	27,077	2,761	10
Police Dog	374	19	5
Taser	5,619	225	4
Firearms	1,470	7	0.5
AEP	76	0	0
Total	38,355	3,550	

Stevenson, R. & Drummond-Smith, I. Medical implica ons of Conducted Energy Devices in law enforcement. J Forensic Leg Med 73, 101948 (2020).

UNIKLINIK KÖLN

Retrospektive Analyse von Polizeidaten 2015-2017 UK

Vergleich mit Schlagstock oder Pfefferspray: Verletzungen von Betroffenen

Type of force (includes drawing/aiming equipment)	Uses of force	Subject injured	% injured
Police Dog	369	112	30
Irritant Spray	2,145	362	17
Baton	1,228	162	13
Physical confrontation	23,510	2,693	11
TASER®	5,444	485	9
Firearms	1,445	21	1
AEP	76	1	1
Total	34,217	3,836	

Stevenson, R. & Drummond-Smith, I. Medical implica ons of Conducted Energy Devices in law enforcement. J Forensic Leg Med 73, 101948 (2020).

UNIKLINIK KÖLN

Retrospektive Analyse von 2006 UK, Verletzungen von Officern

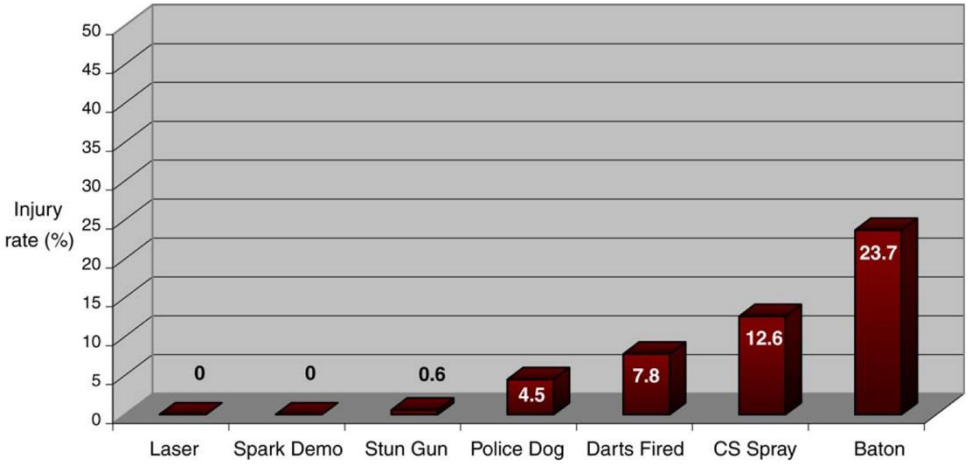


Fig. 4. Injury rates (Injury rates are defined as the number of incidents in which one or more officers or subjects were injured as a percentage of the total number of incidents. For CS sprays, batons and dogs, only injuries to the principal dealing officer were included, since the exact number of other officers sustaining injuries at each incident was not made clear on the database.) to police officers associated with different use of force tactics (numbers of occasions on which the use of force tactic was applied: M26 spark demo, $n = 39$; baton, $n = 76$; police dog $n = 88$; CS spray, $n = 151$; M26 laser, $n = 273$; M26 stun gun, $n = 347$; M26 darts fired, $n = 1325$).

Jenkinson E, Neeson C, Bleetman A (2006) The relative risk of police use-of-force options: evaluating the potential for deployment of electronic weaponry. J Clin Forensic Med 13:229–241. https://doi.org/10.1016/j.jcfm.2005.11.006

UNIKLINIK KÖLN

Retrospektive Analyse von 2006 UK, Verletzungen von Betroffenen

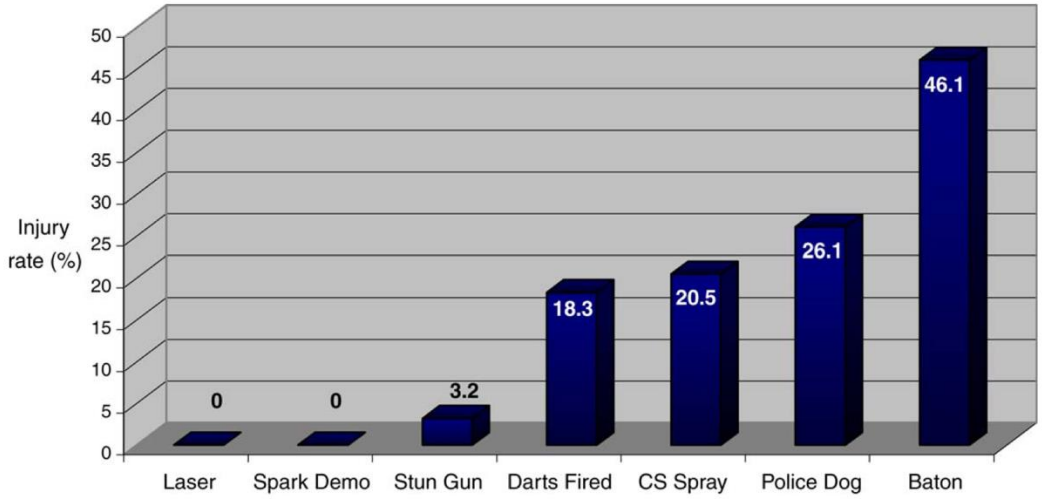


Fig. 5. Injury rates (Injury rates are defined as the number of incidents in which one or more officers or subjects were injured as a percentage of the total number of incidents. For CS sprays, batons and dogs, only injuries to the principal dealing officer were included, since the exact number of other officers sustaining injuries at each incident was not made clear on the database.) to suspects associated with different use of force tactics (numbers of occasions on which the use of force tactic was applied: M26 spark demo, $n = 39$; baton, $n = 76$; police dog $n = 88$; CS spray, $n = 151$; M26 laser, $n = 273$; M26 stun gun, $n = 347$; M26 darts fired, $n = 1325$).

Jenkinson E, Neeson C, Bleetman A (2006) The relative risk of police use-of-force options: evaluating the potential for deployment of electronic weaponry. J Clin Forensic Med 13:229–241. https://doi.org/10.1016/j.jcfm.2005.11.006

UNIKLINIK KÖLN

Zusammenfassung

- Insgesamt sind schwere gesundheitliche Folgen selten, aber möglich. Hierzu gehören:
  - Verletzungen vulnerabler Körperregionen
  - Sturzfolgen (ICB)
  - Herzrhythmusstörungen
- Herzrhythmusstörungen können prinzipiell ausgelöst werden, dieses ist in der Praxis selten und hängt auch von Abstand der Taser-Sonden zum Herzen ab
- Komorbiditäten sind häufig Intoxikationen und psychische Erkrankungen, die gegebenenfalls auch akut behandlungsbedürftig sind
- Interferenzen mit implantierten Devices sind möglich, auch wenn eine klinische Konsequenz bei kurzem Taser Einsatz unwahrscheinlich ist

rhythmologie@uk-koeln.de

Vielen Dank!

UNIKLINIK KÖLN

Vielen Dank!

UNIKLINIK KÖLN

Offene Fragen

1. Sind die gefährdeten Personengruppen von anderen Risiken betroffen?

- Prinzipiell nicht.
- Ausnahmen:
  - Schwangere: keine systematischen Daten, sondern nur einen Fallbericht von einer Fehlgeburt.
  - Deviceträger: Fehlfunktion / Auslösung von Schocks durch das Device

Offene Fragen

2. Wie viele Einsätze pro Person:

Hierzu gibt es keine definitiven Daten, die einen Grenzwert vorgeben. Prinzipiell sollten die Einsätze so gering und kurz wie möglich gehalten werden.

Offene Fragen

3. Vergleich mit anderen Polizeimitteln wie Schlagstock oder Pfefferspray:

- Insgesamt gibt es eine geringe Datenlage für einen direkten Vergleich. Vor allem aus dem UK liegen hierzu Daten vor.

Retrospektive Analyse von Polizeidaten 2015-2017 UK

Sonden nur in 18 % der Einsätze tatsächlich abgefeuert

Stevenson, R. & Drummond-Smith, I. Medical implica ons of Conducted Energy Devices in law enforcement. J Forensic Leg Med 73, 101948 (2020).

UNIKLINIK KÖLN

Offene Fragen

4. Informationen zu Lederkleidung oder Schutzwesten?

- Hierzu ist uns keine Studie bekannt, es ist aber davon auszugehen, dass diese die Effektivität von DEIG erheblich senken.

Bestätigung von Interpretationen

1. Ja, dieses ist korrekt. Es gibt Fälle, in denen nach DEIG Einsatz Herzrhythmusstörungen nachgewiesen wurden, jedoch können diese meist nicht klar auf das DEIG zurückgeführt werden, sondern könnten auch andere Ursachen haben.
2. Doch, das DEIG ist genauso wirksam.
3. Doch, das DEIG ist genauso wirksam.

Zusätzliche Folien