

Gezondheidseffecten van blootstelling aan stroomstootwapens (Tasers) in de context van wetshandhaving

Een systematisch literatuuronderzoek



NIVEL

Kennis voor betere zorg

Gezondheidseffecten van blootstelling aan stroomstootwapens (Tasers) in de context van wetshandhaving

Een systematisch literatuuronderzoek

Michel Dückers
Christos Baliatsas
Jenny Gerbecks
Joris IJzermans

030 272 97 00
nivel@nivel.nl
www.nivel.nl

© WODC, 2019

Het gebruik van cijfers en/of tekst als toelichting of ondersteuning in artikelen, boeken en scripties is toegestaan, mits de bron duidelijk wordt vermeld. WODC kent het Nivel een niet-exclusief en niet-overdraagbaar recht toe de resultaten uit het onderzoeksrapport te gebruiken en openbaar te publiceren.

Voorwoord

De politie heeft een belangrijke taak in de samenleving. In de Politiewet uit 2012 is deze taak omschreven in Artikel 3: “De politie heeft tot taak in ondergeschiktheid aan het bevoegd gezag en in overeenstemming met de geldende rechtsregels te zorgen voor de daadwerkelijke handhaving van de rechtsorde en het verlenen van het hulp aan hen die deze behoeven.” Artikel 7, eerste lid, voegt daar een bijzondere bevoegdheid aan toe: “De ambtenaar van politie die is aangesteld voor de uitvoering van de politietaak, is bevoegd in de rechtmatige uitoefening van zijn bediening geweld of vrijheidsbeperkende middelen te gebruiken, wanneer het daarmee beoogde doel dit, mede gelet op de aan het gebruik hiervan gebonden gevaren, rechtvaardigt en dat doel niet op een andere wijze kan worden bereikt. Aan het gebruik van geweld gaat zo mogelijk een waarschuwing vooraf.”

Deze wettelijke bepalingen vormen de grondslag voor proportioneel geweldgebruik in de uitoefening van het politiewerk. Het antwoord op de vraag wat proportioneel is, hangt af van tijd, plaats, omstandigheden en beschikbare instrumenten. Het huidige onderzoeksrapport richt zich op een voor de Nederlandse praktijk nieuw instrument: het stroomstootwapen Taser. Dit stroomstootwapen wordt door voorstanders gezien als een mogelijkheid om bedreigende situaties onder controle te krijgen zonder vuurwapengebruik. In andere landen wordt, in navolging van de Verenigde Staten, al geruime tijd gewerkt met het stroomstootwapen. Het geweldmiddel heeft de reputatie minder gevaarlijk te zijn dan een vuurwapen. Daarmee lijkt er geen sprake meer te zijn van een doel dat “niet op een andere wijze kan worden bereikt”. Er is een alternatief, maar hoe veilig is het stroomstootwapen? Dat is onderwerp van discussie. Die discussie is belangrijk. Het gezondheidsrisico van een nieuw politiewapen moet acceptabel zijn. Wat acceptabel is, daarover gaat dit onderzoek niet. Maar: omdat het gaat om een inventarisatie en weging van de beschikbare wetenschappelijke literatuur over gezondheidseffecten van het stroomstootwapen, voorziet het onderzoek wél in onmisbare informatie voor een goede afweging om het wapen al dan niet grootschalig beschikbaar te stellen.

In tegenstelling tot veel van de beschikbare studies over het stroomstootwapen Taser is het onderzoek dat centraal staat in deze rapportage onafhankelijk uitgevoerd door onderzoekers zonder arbeidsrelatie of financiële banden met de producent of besluitvormers. Het onderzoeksteam is met raad en daad terzijde gestaan door een begeleidingscommissie bestaande uit: prof. dr. Guus Schrijvers (Universiteit Utrecht; voorzitter), dr. Gerrit Haverkamp (Wetenschappelijk Onderzoek- en Documentatiecentrum; opdrachtgever), dr. Lotty Hooft (Cochrane Netherlands) en mr. Stephan Papendrecht (Nationale Politie). Het onderzoeksteam is de voorzitter en leden van de begeleidingscommissie zeer erkentelijk voor de bruikbare contextinformatie, feedback, de constructieve discussies en de prettige samenwerking.

Utrecht, 12 juli 2019,

Michel Dückers

Lijst van Afkortingen

AXIS	Appraisal tool for Cross-Sectional Studies
BMI	Body Mass Index
CENTRAL	The Cochrane Central Register of Controlled Trials
ECG	Elektrocardiogram
ECT	Elektroconvulsietherapie
IRR	Inter-rater betrouwbaarheid
Nivel	Nederlands instituut voor onderzoek naar de gezondheidszorg
PRISMA	Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses
PROSPERO	International prospective register of systematic reviews
RCT	Randomized Controlled Trial
TASER	Thomas A. Swift Electronic Rifle
WODC	Wetenschappelijk Onderzoek- en Documentatiecentrum
μC	MicroCoulombs

Inhoud

Voorwoord	3
Lijst van Afkortingen	4
Samenvatting	7
Summary	11
1 Inleiding	14
1.1 Achtergrond en Werking Taser	15
1.2 Gezondheidsrisico's	16
2 Methode	19
2.1 Selectiecriteria	19
2.2 Primaire zoektocht	19
2.3 Additionele databronnen	20
2.4 Zoektermen	20
2.5 Procedure	20
2.6 Beoordeling van risico op bias, kwaliteit en van onafhankelijkheid van de studies	23
3 Resultaten	24
3.1 Kwalitatief voldoende en risico op bias gering	24
3.2 Studies met een groter risico op bias	24
3.3 Gezondheidseffecten Tabel 2 en 3	25
3.4 Overige studies	25
4 Conclusie & Discussie	37
4.1 Beantwoording onderzoeksvragen	37
4.2 Binnen de Nederlandse Context	38
4.3 Beperkingen wetenschappelijke literatuur	39
4.4 Discussie	41
Literatuur	43
Bijlage A Typen Taser	52
Bijlage B Reviews	54
Bijlage C Inclusiecriteria	56
Bijlage D Kwaliteitsassessment	57
Bijlage E Case Studies	58

Samenvatting

Inleiding

Doordat politiepersoneel regelmatig moet omgaan met gewelddadige mensen in potentieel gevaarlijke situaties is een passende wapenuitrusting van belang. Ieder wapen brengt risico's met zich mee voor overtreders, politiemedewerkers, en soms ook voor omstanders. Dat geldt in het bijzonder voor het vuurwapen. De laatste jaren is er veel aandacht voor alternatieve, effectieve, minder dodelijke wetshandhavingwapens zoals stroomstootwapens, pepperspray en wapenstokken. In dit rapport ligt de focus op het stroomstootwapen dat we 'Taser' noemen. Taser is een eigenaam (Thomas A. Swift Electronic Rifle) voor een wapen geproduceerd door Axon (voorheen TASER International). De Taser is ontwikkeld in de Verenigde Staten en is daar, zoals ook in andere landen, onderdeel van de wapenuitrusting van de politie.

Er zijn meerdere pilots uitgevoerd met de toepassing van de Taser in de Nederlandse politiepraktijk. In monitoringsverslagen van de politieacademie stonden de mogelijke gezondheidseffecten niet centraal; het bleek wel steeds om minder ernstige secundaire letsels te gaan.

Er is media-aandacht ontstaan voor het gebruik van de Taser, mede in het licht van een kritisch rapport van Amnesty International en een database van persbureau Reuters. Voor de verdere besluitvorming in ons land over het mogelijk uitrollen van de Taser onder alle politie-eenheden is het van belang om te beschikken over goede kennis van de gezondheidseffecten van het stroomstootwapen.

Systematisch literatuuronderzoek

Een systematisch literatuuronderzoek geeft inzicht in het geheel aan wetenschappelijke kennis dat in dit specifieke onderzoeksdomain vervaardigd is. Door wetenschappelijke artikelen te gebruiken kan worden toegezien op de kwaliteit van de publicaties (iets wat met bijvoorbeeld mediaberichten niet te controleren is). Resultaten zijn replicerbaar en onderworpen aan beoordelingen van kwaliteit en van risico op bias.

Onderzoeksvragen

De volgende onderzoeksvragen worden beantwoord:

1. Welke studies met voldoende wetenschappelijke kwaliteit zijn in de internationale literatuur beschikbaar over de mogelijke effecten van het gebruik van Tasers op de gezondheid?
2. Wat is de waarschijnlijkheid op een ernstige verwonding, respectievelijk op ernstige complicaties van het geraakt worden door een Taser? Welke risicogroepen zijn daarbij te onderscheiden?
 - a. Welke risico's worden vastgesteld voor verwarde mensen, zwangeren, ouderen, door drugs of alcohol beïnvloede mensen, of mensen met een bestaande aandoening van het hart?
 - b. Welke risico's hangen samen met de tijdsduur van de stroomstoot en met de plaats op het lichaam die wordt geraakt?
 - c. Welke specifieke gezondheidseffecten worden aangetoond in ieder van de orgaansystemen?

Methode

Vooraf zijn in- en exclusiecriteria opgesteld. Studies worden meegenomen in het systematische literatuuronderzoek, indien (zie ook: bijlage C):

- *verschenen tussen januari 2000 en maart 2019;*

- *gebaseerd op originele resultaten van wetenschappelijk onderzoek;*
- *geschreven in de talen Engels, Nederlands, Duits, Frans of Spaans;*
- *gepubliceerd in peer-reviewed tijdschriften;*
- *met een focus op het gebruik van Tasers (in de context van het politiewerk);*
- *met specifieke (zelfgerapporteerde of klinisch vastgestelde) gezondheidsproblemen en -aandoeningen, gezondheidsstatusscores en/of fysiologische meetwaarden als afhankelijke variabele;*
- *gericht op mensen (en niet dieren);*
- *met een lager risico op bias (aan de hand van criteria van het AXIS-model).*

Er is geen beperking ingesteld voor de onderzochte populatie naar demografische kenmerken en/of naar soort gezondheidseffect.

In verschillende fasen is een zoekstrategie ontwikkeld die is uitgevoerd in meerdere online literatuurdatabases en trialregisters.

Vervolgens zijn gegevens geëxtraheerd, gecodeerd en geïmporteerd in tabellen en is de nauwkeurigheid steeds gecontroleerd. De gedetailleerde methodologie van de review zoals beschreven in hoofdstuk 2, is geregistreerd en is ingediend voor openbare publicatie in de vorm van een protocol op het PROSPERO platform.¹

Er is rekening gehouden met verschillende typen Taser (bijlage A) en hoe de Taser is toegepast. Een stroomstootwapen kan op twee manieren gebruikt worden: het afvuren van de pijltjes of de zogenaamde ‘stun mode’. De eerste optie geeft een stroomstoot die ervoor zorgt dat alle spieren samentrekken en creëert zo een tijdelijke uitschakeling van het slachtoffer, terwijl de tweede optie slechts een pijnprikkel geeft. In dit onderzoek wordt met ‘taseren’ de modus met de pijltjes bedoeld (de ‘draft mode’). Over de stun modus zijn er geen bruikbare studies gevonden op basis van de eerste selectie van artikelen.

Bevindingen

Onderzoeksvraag 1. Welke studies met voldoende wetenschappelijke kwaliteit zijn in de internationale literatuur beschikbaar over de mogelijke effecten van het gebruik van Tasers op de gezondheid?

Er zijn twaalf studies gevonden met voldoende wetenschappelijke kwaliteit (voor de beoordelingscriteria, zie Bijlage D). In deze studies met een klein risico op bias (n=12) worden weinig of geen acute gezondheidseffecten gevonden, anders dan de wondjes veroorzaakt door de darts en helemaal geen langdurige effecten.

Toch is het niet mogelijk om met zekerheid uitspraken te doen over mogelijke ernstige (langdurig of chronisch effect of sterfte) gezondheidseffecten van het gebruik van de Taser op de gezondheid. Vrijwel alle studies zijn namelijk uitgevoerd op gezonde proefpersonen, met een korte blootstelling (van 5 seconden), waarbij de darts nogal eens zijn vervangen door grijpers (‘alligator clips’) en in een gecontroleerde setting. Een relatief groot deel van de studies is gefinancierd door de fabrikant of opgesteld door aan de fabrikant gelieerde onderzoekers.

De twaalf studies zijn met een overzicht van gezondheidseffecten en andere kenmerken zoals een kwaliteitsoordeel opgenomen in hoofdstuk 3, naast studies (n=22) met een verhoogd risico op bias. Deze laatstgenoemde studies wijzen – en dat geldt ook voor eerder verschenen reviews van de literatuur (bijlage B) – eveneens op beperkte gezondheidseffecten. Daarnaast zijn er meer beschrijvende studies (bijlage F) en anekdotische-/case studies (bijlage E). Daarin wordt ingezoomd op

¹ PROSPERO. <https://www.crd.york.ac.uk/prospero/>

specifieke effecten, waarbij causaliteit echter onmogelijk te bepalen is, mede door de met het onderzoeksdesign samenhangende wetenschappelijke zwakte.

Onderzoeksvraag 2. Wat is de waarschijnlijkheid op een ernstige verwonding, respectievelijk op ernstige complicaties van het geraakt worden door een Taser? Welke risicogroepen zijn daarbij te onderscheiden?

Op basis van de geanalyseerde studies is de kans op een ernstig gezondheidseffect als laag in te schatten. Ook het risico op sterfte is laag, waarbij blootstelling aan Taser hoogst zelden (bijv. bij een val) de enige doodsoorzaak is. Omdat het bij de proefpersonen van de studies meestal gaat om een overwegend gezonde, niet-representatieve populatie kunnen moeilijk uitspraken worden gedaan over kwetsbare populaties of bijzondere risicogroepen zoals zwangere vrouwen, mensen met psychische problemen of onder invloed van middelen of medicatie. Ons zijn geen studies bekend die zich expliciet op de gevaren voor de gezondheid van de risicogroepen richten.

De meeste studies betreffen fysiologische stressreacties ('excited delirium', agitatie), hartslag, bloeddruk, hartritmestoornissen, zuurgraad van het bloed of (neuro)cognitieve prestaties. Bewijskracht en zeker causaliteit ontbreekt, mede door de gebruikte steekproeven.

Niet altijd is beschreven om welk type Taser het gaat en ook is niet altijd bekend hoe lang personen worden blootgesteld. Het is niet mogelijk om een uitspraak te doen over specifieke gezondheidseffecten per type Taser en de duur van de blootstelling (bij voorkeur korter dan 15 seconden). In Nederland wordt momenteel Taser X2 gebruikt. De overgrote meerderheid van de hier gepresenteerde onderzoeken (van na 2000) betreft Taser X26, een ouder model.

Conclusie

Het huidige literatuuronderzoek naar gezondheidseffecten van blootstelling aan Taser is grondig uitgevoerd. Er is met zorg gekeken naar de methodologische kwaliteit van de studies die internationaal zijn verschenen. Op basis van dit onderzoeksmateriaal kan worden geconcludeerd dat de gezondheidseffecten beperkt zijn. Het is echter niet mogelijk om uitspraken te doen over de mate waarin het studiemateriaal een goede weergave is van de werkelijkheid in een praktijksituatie. De onderzoeken zijn doorgaans in gezonde populaties uitgevoerd en hebben hun beperkingen. Zo baseren veel studies zich op een kleine onderzoeksgroep, en kent het grootste deel van de studies (22 van de 34) een groot risico op bias, en wordt er in vrijwel alle gevallen de Taser X26 bestudeerd. Daarnaast komen nagenoeg alle studies uit de Verenigde Staten, waar een compleet andere gewelds- en handhavingcultuur heerst dan in Nederland. In het kort komt het er dus op neer dat er geen effecten lijken te zijn voor gezonde personen, maar dat het nauwelijks verantwoord is om de gevonden gezondheidsuitkomsten te vertalen naar de Nederlandse situatie.

Er werd door ons een onderscheid gemaakt op basis van financieringsbron van het onderzoek, omdat er mogelijk een belangenverstrengeling zou zijn bij de door Axon gefinancierde artikelen. Wij hebben niet kunnen constateren dat de Axon-gefinancierde artikelen wat betreft de uitkomsten afwijken van artikelen die door anderen werden gefinancierd. De door Axon gefinancierde artikelen maken echter soms wel gebruik van relatief kleine steekproeven.

De gezondheidswaarschuwing die Axon sinds enige jaren op haar website heeft geplaatst, lijkt na het bestuderen van de wetenschappelijke literatuur niet gebaseerd te zijn op wetenschappelijke evidentie. Een deel van de waarschuwing kan echter niet genegeerd worden, omdat over de effecten op de zogenaamde risicogroepen die in die waarschuwing worden genoemd geen kennis voorradig is. Op basis van gezond verstand is het onverstandig om een stroomstootwapen toe te passen op zwangere vrouwen of mensen met een kwetsbare gezondheid. In de praktijksituaties zal evenwel niet altijd duidelijk zijn of mensen tot zo'n specifieke risicopopulatie behoren, maar ook het gebruik van andere

geweldsmiddelen (bijvoorbeeld een vuurwapen) is gevaarlijk in zo'n situatie. Het is anderzijds duidelijk (met name op basis van case studies) dat individuen die behoren tot de risicogroepen 'verward of psychotisch' en/of 'overmatig alcohol- of drugsgebruik' oververtegenwoordigd zijn onder de mensen die getaserd worden.

Door het gebruik van het stroomstootwapen in de Nederlandse politiepraktijk systematisch te evalueren (inclusief een medische evaluatie van een arts of een verpleegkundige over de kortetermijneffecten) zal duidelijk worden in hoeverre de in dit rapport gerapporteerde resultaten van toepassing zijn op de Nederlandse context. Als deze evaluatie per geval een objectivering van het gezondheidseffect krijgt door een arts of verpleegkundige ontstaat ook meer zicht op de effecten voor leden van risicogroepen. Specifiek onderzoek in praktijksituaties naar effecten op de gezondheid van risicogroepen is immers om ethische redenen nauwelijks mogelijk.

Summary

Introduction

Given that police personnel must regularly deal with violent people in potentially dangerous situations, appropriate equipment is important. The use of firearms comes with risks for the offenders as well as the police officers and in some cases also for bystanders. In recent years, there has been a shift to alternative, effective, "less-lethal" law enforcement tools such as conducted electrical/"electroshock" weapons, pepper spray and batons. In this report, the focus lies explicitly on what we call a 'Taser'. The term 'Taser' (Thomas A. Swift Electronic Rifle) refers to a specific type of conducted electrical weapons, produced by Axon (formerly TASER International). The Taser was developed in the United States and is, as in many other countries worldwide, part of the basic police equipment.

Several pilot tests have been carried out on the use of Tasers by the Dutch police. The investigation of possible health effects during these pilot studies was limited and only concerned mild injuries. Media attention has increased on this topic, partly in the light of a critical report from Amnesty International and a database of Reuters news agency. To further consider whether the use of the Taser can be allowed by all police units, it is crucial to have a detailed picture of the scientific evidence on the potential health effects of exposure to this weapon.

Systematic literature review & research questions

A systematic literature review synthesizes and critically evaluates the scientific evidence/knowledge that has been produced on a particular topic, within a specific time-frame, following rigorous and replicable methods. In the present systematic review, the following research questions are addressed:

1. Are there studies of sufficient scientific quality on the possible effects of the use of Tasers on human health in the international literature?
2. What is the probability of a serious injury or serious complications when being exposed to a Taser? Which risk groups can be distinguished?
 - a. What are the possible risks for specific groups such as people with psychological problems and agitation, pregnant women, the elderly, drug or alcohol intoxicated individuals, or people with a heart condition?
 - b. Are the possible health risks associated with the duration of the electric current and the affected body location?
 - c. What specific health effects could occur in each of the organ systems?

Several types of Taser exist (Appendix A) as well as different deployment methods. A Taser can be used in two ways: the first is by firing the barbed darts and the second is by using the so-called "stun mode". The first option produces an electric current that causes all muscles to contract, leading to a temporary incapacitation of the victim, while the second option only causes pain. The stun mode is not covered in the present report.

Methods

A number of major inclusion/exclusion criteria were a-priori established. More specifically, studies were included in the main results section of the review, if the following criteria were met (See also Appendix C):

- *Published between January 2000 and March 2019*
- *Primary scientific studies on original data*
- *Written in English, Dutch, French, German or Spanish*
- *Published in peer-reviewed journals*
- *With an explicit focus on the use of Tasers (in the context of law enforcement);*
- *Assessed specific (self-reported or diagnosed/objectively assessed) health problems and conditions, health status/symptom scores and/or physiological measures as dependent variables*
- *Focused exclusively on humans*
- *A lower risk of methodological bias*

There was no restriction in terms of demographic characteristics or health outcomes. A literature search strategy protocol was developed, based on a number of relevant terms found in the identified papers, exchange of feedback within the project team. The literature search strategy was based on an exhaustive literature search of major databases. A wide range of relevant keywords regarding Taser exposure was used to form the search strategy.

The identified articles were independently assessed by the authors in terms of scope/relevance, methodological bias and general quality in different stages of screening. For the extraction of study characteristics and outcome data, a (previously piloted) data collection form was used. Inter-rater reliability was also assessed and discrepancies were solved by discussion and consensus between the authors/project team members. The study methodology is described in the form of a protocol registered in the PROSPERO platform.²

Findings

Research question 1. Are there studies of sufficient scientific quality on the possible effects of the use of Tasers on human health in the international literature?

Twelve studies were identified, with a low risk of bias, as well as sufficient study quality in general. These studies showed a few or no acute health effects, apart from the wounds caused by the darts. Furthermore, no long-term effects were observed. It is therefore not possible to make definite statements about possible serious (long-term or chronic effect or mortality) health effects of using the Taser on health. The vast majority of studies were performed on healthy subjects, in a controlled setting, with short exposure duration (5 seconds), in which the darts were replaced by grippers ('alligator clips'). A relatively large part of the studies was funded by the manufacturer (Axon; Taser International) or was conducted by researchers affiliated with the manufacturer.

The aforementioned studies are included in Chapter 3, together with an overview of health effects and other study characteristics, such as a quality assessment. In the same Chapter, also relevant studies (N = 22) with a higher risk of bias are included in a separate Table. The present findings are in agreement with previously published reviews (Appendix B) which also showed limited health effects. In addition, we have also identified and documented solely descriptive studies on the topic (Appendix F) as well as case-studies (Appendix E). Although these are informative, their design limits any causal inferences and generalizability.

Research question 2. What is the probability of a serious injury or serious complications when being exposed to a Taser? Which risk groups can be distinguished?

Based on the findings of the reviewed studies, the risk for health effects due to Taser exposure can be estimated as low. Most studies focused on outcomes such as physiological stress responses ("excited

² PROSPERO. <https://www.crd.york.ac.uk/prosperto/>

delirium", agitation), heart rate, blood pressure, arrhythmias, blood acidity or (neuro) cognitive performance. There was no clear evidence for adverse health outcomes. Considering that in most of the cases, subjects participating in experimental studies are generally healthy and fit and therefore not representative of the population that usually encounters a Taser deployment, it is not possible to draw solid conclusions regarding exposure effects in potentially vulnerable populations or high risk groups such as pregnant women, people with psychiatric problems or those under the influence of substances.

Exposure to Taser is also very rarely documented as the sole cause of death (in case-studies and descriptive studies). Moreover, in some of the articles it is not reported what type of Taser was used and what the exposure duration exactly was. Additionally, it is not possible to make a statement about specific health effects per Taser model or maximum exposure duration thresholds. Taser X2 is currently being used in the Netherlands, while the vast majority of the studies presented here (after 2000) used Taser X26, an older Taser model.

Conclusion

The present systematic review rigorously assessed the literature on health effects of exposure to Tasers, published in the past two decades. The methodological quality of the included studies has been carefully considered. However, it is not possible to draw conclusions about the extent to which the existing evidence constitutes a good representation of real-life field situations. Most of the existing studies recruited healthy and fit individuals and have methodological limitations. For instance, many studies relied on small samples, and most of the studies (22 out of 34) had a high risk of methodological bias. In almost all cases only the possible effects of Taser X26 were examined. Additionally, all reviewed studies were conducted in the United States, a country with legal, cultural and systemic differences compared to the Netherlands. On the basis of the reviewed material, it therefore appears that there are no adverse effects in healthy people, but it is unclear whether these findings are applicable to the Dutch situation.

In this review, an additional distinction was made based on the funding source of each study. We were not able to demonstrate that the results of the Axon-financed studies generally differed from studies that were financed by other sources. An observed difference though, was that the Axon-sponsored studies seemed to analyze more often small sample sizes.

The health warning issued by Axon does not appear to be based on the scientific literature. However, that certainly does not mean that the warning should be ignored: Research evidence on the dose-response effects on potential high risk groups is currently nonexistent and of course not feasible due to ethical restrictions.

Following the precautionary principle, use of a Taser on pregnant women or people with a compromised health status should be prevented. In field situations though, multiple parameters play a role and it will not always be clear whether people belong to such a specific risk population. Nevertheless, specific risk groups such as drug/alcohol intoxicated individuals are overrepresented among cases in which the Taser is used. By systematically evaluating the effects of Taser use in daily policing practice in the Netherlands, it will become clear to what extent the results reported in this review apply to the Dutch context. The involvement of a doctor or nurse in the health evaluation of cases where the Taser was used would provide further insight into the possible acute effects for the members of risk groups.

1 Inleiding

Politiepersoneel moet regelmatig omgaan met gewelddadige mensen in potentieel gevaarlijke situaties. Om die reden is een passende wapenuitrusting van belang. Uiteraard gaat het gebruik van wapens met risico's gepaard. Er bestaat grote behoefte aan veiligere alternatieven voor het vuurwapen om het risico voor de overtreders en de politie (en eventueel omstanders) te beperken. Die behoefte uit zich in een groeiende vraag naar effectieve, minder dodelijke wetshandhavingwapens, waaronder stroomstootwapens, pepperspray en wapenstokken. In dit rapport zullen wij het stroomstootwapen 'Taser' noemen. Dit is een eigennaam (Thomas A. Swift Electronic Rifle) voor een wapen geproduceerd door Axon (voorheen TASER International).

De laatste twintig jaar wordt de Taser overwogen als een mogelijk middel om met gewelddadige of agressieve mensen om te gaan, vooral diegenen die mogelijk niet reageren op alternatieven voor het gebruik van geweld. De Taser is een apparaat voor elektrische wetshandhaving en zelfverdediging. Verschillende modellen van de Taser zijn ontwikkeld; de nieuwste versies verschillen van de vorige modellen in grootte en vorm. In mei 2011 is de Nederlandse politie begonnen met het gebruik van stroomstootwapens (toen de Taser X26, nu het model X2: zie bijlage A voor typen Taser) door geselecteerde speciale eenheden.

Het gebruik van de Taser is vanaf aanvang controversieel en de veiligheid ervan wordt steeds ter discussie gesteld in zowel media (bijvoorbeeld aangezwengeld door Amnesty International en persbureau Reuters) als in de medische literatuur (in wetenschappelijke tijdschriften en met betrekking tot acute zorg). Directe gezondheidsgevolgen voor alle personen zijn samentrekking van de spieren en pijn. Ondanks de toenemende wereldwijde beschikbaarheid van Tasers binnen de basispolitie, is er niet echt een eenduidig overzicht van de gezondheidseffecten van Taser op basis van wetenschappelijk onderzoek voorhanden. Tot op heden heeft het grootste deel van de beschikbare literatuur zich toegespitst op de technische aspecten van Tasers, anekdotische rapportages over gebruik van het apparaat en de meerwaarde in het operationele politie veldwerk. Het blijkt keer op keer moeilijk om de resultaten van de artikelen te wegen. Zo neemt de ene onderzoeker de wondjes die worden veroorzaakt door de weerhaakjes van de Taser mee als 'injury' en de ander niet.

Er lijkt een algemene consensus te zijn dat het gebruik van stroomstootwapens veilig is voor gebruik op gezonde mensen, die niet onder invloed zijn van drugs of alcohol, niet zwanger zijn, niet ouder zijn dan een bepaalde leeftijd en geen psychische of psychiatrische aandoening hebben, als de stroomstoot niet langer duurt dan 15 seconden in een bepaald deel van het lichaam (niet gezicht en hartstreek).^{3,4} Het ministerie van Justitie en Veiligheid heeft behoefte aan een grondig overzicht van de literatuur over de mogelijke impact van het gebruik van Tasers op de gezondheid van direct blootgestelde mensen om de geschiktheid van het wapen voor de Nederlandse situatie te kunnen beoordelen. Doel van dit door het Nederlands instituut voor onderzoek van de gezondheidszorg (Nivel) uitgevoerde project is dan ook om een systematisch literatuuronderzoek uit te voeren naar de potentiële impact van de inzet van stroomstootwapens (merk Taser/Axon) op de gezondheid van mensen.

³ Vilke GM, Bozeman WP, Chan TC. Emergency department evaluation after conducted energy weapon use: review of the literature for the clinician. *The Journal of Emergency Medicine*. 2011;40:598-604.

⁴ Robb M, Close B, Furyk J, et al. Review article: Emergency department implications of the TASER. *Emergency Medicine Australasia*. 2009.

De huidige systematische review naar gevolgen voor de gezondheid van blootstelling aan Taser is niet de eerste. Er zijn er tientallen verschenen, waarbij het in meerderheid om literatuurstudies gaat en niet om systematische reviews (zie bijlage B). Er zijn daarbij naar inhoud twee types studies: die waarbij alle (mogelijke) gezondheidseffecten worden bestudeerd en die waarbij het bepaalde diagnoses of orgaansystemen betreft (met name hart- en vaatproblematiek en opwinding/agitatie). Buiten de genoemde bijlage besteden wij in onze rapportage verder geen aandacht aan de reviews, omdat wij gericht zijn op resultaten van oorspronkelijk onderzoek.

1.1 Achtergrond en Werking Taser

Het stroomstootwapen dat de Nederlandse politie gebruikt is het type X2. Omdat dit literatuuronderzoek zich niet tot nationale onderzoeksliteratuur beperkt is het belangrijk om te weten dat verschillende typen Taser op de markt zijn. Deze typen verschillen (soms) van elkaar, en ook de werking kan afwijken van het model dat door de Nederlandse politie gebruikt werd. Om de verschillen en de werking te verduidelijken in bijlage A een ruwe schets van de historie van Axon en de diverse (voor dit onderzoek relevante) typen Taser die op de markt zijn gebracht. Voor dit onderzoek zijn de typen M26, X26 en X2 het belangrijkste.

Een stroomstootwapen kan op twee manieren gebruikt worden: het afvuren van de pijltjes (de ‘dart mode’), of de zogenaamde ‘stun mode’. Die eerste optie geeft een stroomstoot die ervoor zorgt dat alle spieren samentrekken en creëert zo een tijdelijke uitschakeling van het slachtoffer, terwijl de tweede optie slechts een pijnprikkel geeft. In dit onderzoek wordt met ‘tasen’ de modus met de pijltjes bedoeld; de stun mode wordt verder niet behandeld, behalve wanneer in hetzelfde artikel ook de dart mode wordt bestudeerd. Er is zeer weinig literatuur gevonden over gezondheidseffecten van de stun modus alleen en gebruik ervan in Nederland is gedurende de pilots sterk gereguleerd.

1.1.1 Taser in Nederland

In Nederland werden al twee pilots met het stroomstootwapen uitgevoerd. Zo werd na de eerste pilot (2009) gesteld dat na invoering van het stroomstootwapen van het type Taser X26 “het vuurwapen minder vaak wordt ingezet en fysiek geweld minder vaak wordt toegepast”, en dat de kans op letsel voor zowel verdachten als voor politiemensen kleiner is wanneer stroomstootwapens worden ingezet.⁵ Deze pilot betrof echter slechts achttien gevallen waarin getaserd is. In de pilot van 2017 werden meer politiemensen uitgerust met de Taser X2, een ander type dan gebruikt werd in de eerste pilot. In de pilotevaluatie wordt wederom gesteld dat het stroomstootwapen de kans op letsel bij zowel politie als verdachte verkleint. Er komen uit deze pilot echter geen aanwijzingen naar voren dat de beschikbaarheid van het stroomstootwapen tot een structurele afname leidt van inzet van vuurwapens of politiehonden.⁶ In een nieuwe evaluatie van de pilot die verscheen in juni 2019 waren op dit gebied geen nieuwe bevindingen.

In de media wordt de Taser regelmatig gekoppeld aan sterfgevallen die plaats hebben gevonden kort nadat personen getaserd werden. Zo houdt persbureau Reuters al sinds 1983 gegevens bij over sterfgevallen bij politie-incidenten in de Verenigde Staten waarbij Tasers zijn ingezet.⁷ Ook in het

⁵ Esman C, Adang O. Evaluatie Taser Pilot. 2011; p. 35

⁶ Adang O, Mali B, Vermeulen K, et al. Het stroomstootwapen in de basispolitiezorg? Apeldoorn: Politieacademie, 2018 en Mali B. Het stroomstootwapen in de basispolitiezorg? Apeldoorn: Politieacademie, 2019.

⁷ Reuters Investigates. Shock Tactics – A Reuters examination of 1081 deaths involving Tasers. <https://www.reuters.com/investigates/special-report/usa-taser-database/> Verkregen op 13 mei 2019

Verenigd Koninkrijk zijn er sterfgevallen bij arrestaties die gelinkt worden aan gebruik van de Taser.⁸ De manier waarop dit uitgelegd wordt, is dat de stroomstoot die een Taser genereert kan leiden tot hartritmestoornissen. Getaserd worden zou op die manier kunnen leiden tot een hartstilstand.⁹ Omdat er veel vragen worden gesteld rondom de veiligheid van de Taser, en omdat deze vragen ook spelen bij de invoering in de basispolitiezorg in Nederland, is het noodzakelijk om wetenschappelijke literatuur te bestuderen waarin gezondheidseffecten van Tasers onderzocht worden. Een systematisch literatuuronderzoek kan inzicht geven in het geheel aan wetenschappelijke kennis dat tot op heden in dit onderzoeksgebied (gezondheidseffecten) vervaardigd is. Door wetenschappelijke artikelen te gebruiken kan er worden toegezien op de kwaliteit van de publicaties (iets wat met bijvoorbeeld mediapublicaties niet te controleren is). Zo'n literatuuronderzoek geeft – als het op een gedegen manier gebeurt – een zo objectief mogelijk beeld van de stand van zaken. Doel van het huidige onderzoek is dan ook een verzameling van de beschikbare studies met voldoende wetenschappelijke kwaliteit in de internationale literatuur over de mogelijke effecten van het gebruik van Tasers op de gezondheid van mensen. Om dit overzichtelijk weer te geven zal expliciet antwoord worden gegeven op de vraag “welke studies met voldoende wetenschappelijke kwaliteit zijn er in de internationale literatuur beschikbaar over de mogelijke effecten van het gebruik van Tasers op de gezondheid?”.

1.1.2 Officiële waarschuwing Axon

Nadat de Taser X26 een aantal jaren op de markt was, werd (vooral uit dierstudies) duidelijk dat een stroomstoot van een Taser niet altijd even onschuldig is. In 2009 werd door Axon een officiële waarschuwing afgegeven. Tot op heden is die gezondheidswaarschuwing niet teruggedenomen. Zo waarschuwt het bedrijf zelf voor de gevaren van het taseren van een slachtoffer in de hartstreek, moet de duur van de stroomschokken tot een minimum beperkt worden, en behoren onder andere zwangere vrouwen, ouderen, en mensen met een laag BMI tot een risicogroep waarbij de Taser alleen gebruik moet worden ‘wanneer de situatie het risico rechtvaardigt’.¹⁰ Niet al deze factoren zijn even makkelijk te controleren, en met name een laag BMI of een zwangerschap is niet per definitie van buitenaf te zien. Om te zien of deze waarschuwingen nog altijd relevant zijn, wordt er bekeken of er voldoende wetenschappelijke literatuur voorhanden is waarin wordt ingegaan op de de gezondheidseffecten van de Taser op de door Axon geïdentificeerde kwetsbare groepen. Hiertoe zal – indien de literatuur het voldoende toelaat - gekeken worden naar de waarschijnlijkheid op een ernstige verwonding of ernstige complicatie van het geraakt worden door een Taser, en zullen daarbij ook risicogroepen onderscheiden worden. Een ernstig gezondheidseffect is daarbij gedefinieerd als *een langdurig of chronisch gevolg voor de gezondheid, of sterfte*.

1.2 Gezondheidsrisico's

De officiële waarschuwing bevat ook een aanbeveling om de duur van de stroomstoot tot een minimum te beperken. Deze waarschuwing insinueert dat er risico's verbonden zijn aan langdurige

⁸ Weaver M. Timeline of Taser controversies in the UK. 2016. <https://www.theguardian.com/world/2016/aug/16/timeline-of-taser-controversies-in-the-uk> Verkregen op 13 mei 2019

⁹ Hartstichting. Ventrikelfibrilleren. <https://www.hartstichting.nl/hart-en-vaatziekten/gids-hartritme/soorten-hartritmestoornissen/ventrikelfibrilleren> Verkregen op 13 mei 2019

¹⁰ Axon. TASER handheld CEW Warnings, Instructions, and Information: Law Enforcement. 2018. https://axon.cdn.prismic.io/axon%2F3cd3d65a-7500-4667-a9a8-0549fc3226c7_law-enforcement-warnings%2B8-5x11.pdf Verkregen op 3 juli 2019

blootstelling aan Taser. Dit risico wordt gestaafd door een onderzoek van Lakkireddy et al. (2008), waarin een varken werd blootgesteld aan een stroomstoot van een Taser X26. Het risico op hartritmestoornissen lijkt echter op basis van onderzoek mee te vallen: zelfs met een optimale plaatsing van de pijltjes (optimaal in de zin dat de kans om het hart te beïnvloeden het grootst is), moet de output van een Taser bij een klein varken acht keer hoger zijn dan de standaarddosering om hartritmestoornissen op te wekken.¹¹ Op basis van die bevinding lijkt het hoogst onwaarschijnlijk dat een standaard Taserblootstelling bij mensen voor hartritmestoornissen zorgt, tenzij er natuurlijk sprake is van factoren die sowieso al een groter risico op hartproblemen geven¹². Het probleem van deze dierenstudies is dat er vanuit wordt gegaan dat de gevolgen van een blootstelling aan Taser voor varkens en mensen nagenoeg hetzelfde uitpakken. Omdat dit niet één op één met elkaar vergeleken kan worden, en omdat veel overzichtsstudies zich vooralsnog (deels) baseren op dierenstudies, zal in de huidige literatuuronderzoek alleen worden gekeken naar studies waarbij de steekproef volledig uit mensen bestaat.

Naast de veronderstelde invloed van Taser op het hart zijn er ook potentiële gezondheidseffecten voor andere delen van het lichaam. Zo zijn er bijvoorbeeld gevallen bekend waarbij een Taser-pijl in het oog van het slachtoffer belandde, wat tot permanent oogletsel kan leiden¹³, kan de keelholte doorboord worden door een Taser¹⁴, en leidde een stroomstoot van een Taser tot een epileptische aanval bij een gezond persoon.¹⁵ Een overzicht van de typen letsel die gevolg kunnen zijn van blootstelling aan Taser is echter lastig te vinden: mediaberichten gaan hoofdzakelijk over sterfgevallen. In deze systematische literatuurstudie wordt daarom ook gekeken naar welke specifieke gezondheidseffecten worden aangetoond in de verschillende orgaansystemen. Dit kan een indicatie geven van de verschillende typen letsel die gemoeid zijn met Taserblootstelling.

Dit rapport geeft een eerste antwoord op de vraag wat er tot op heden bekend is in de wetenschappelijke literatuur over gezondheidseffecten van Tasers. Om dit op een gedegen manier te onderzoeken worden de volgende onderzoeksvragen met behulp van een systematische literatuurstudie beantwoord:

- Welke studies met voldoende wetenschappelijke kwaliteit zijn er in de internationale literatuur beschikbaar over de mogelijke effecten van het gebruik van Tasers op de gezondheid?
- Wat is de waarschijnlijkheid op een ernstige verwonding, respectievelijk op ernstige complicaties van het geraakt worden door een Taser? Welke risicogroepen zijn daarbij te onderscheiden?
 - Welke risico's worden vastgesteld voor verwarde mensen, zwangeren, ouderen, door drugs of alcohol beïnvloede mensen, of mensen met een bestaande aandoening van het hart?
 - Welke risico's hangen samen met de tijdsduur van de stroomstoot en met de plaats op het lichaam die wordt geraakt?

¹¹ Lakkireddy D, Wallick D, Verma A, et al. Cardiac effects of electrical stun guns: does position of barbs contact make a difference? *Pacing and Clinical Electrophysiology*. 2008; 31:398–408.

¹² Link MS, Estes NA. Cardiac safety of electrical stun guns: letting science and reason advance the debate. *Pacing and clinical electrophysiology*. 2008:395-397.

¹³ Han JS, Chopra A, Carr D. Ophthalmic injuries from a TASER. *Canadian Journal of Emergency Medicine*. 2009;11:90-93.

¹⁴ Al-Jarabah M, Coulston J, Hewin D. Pharyngeal perforation secondary to electrical shock from a Taser gun. *Emergency Medicine Journal*. 2008;25:319.

¹⁵ Bui ET, Sourkes M, Wennberg R. Generalized tonic-clonic seizure after a taser shot to the head. *The Canadian Medical Association Journal*. 2009;180:625-26.

- Welke specifieke gezondheidseffecten worden aangetoond in ieder van de orgaansystemen?

1.2.1 Axon & Financiering

Veel wetenschappelijk onderzoek naar Tasers wordt gefinancierd door Axon zelf. Azadani et al. (2011)¹⁶ toonden aan dat Axon-gefinancierd onderzoek, of studies die uitgevoerd zijn door onderzoekers die gelieerd zijn aan Axon, vaker concluderen dat Taser stroomstootwapens veilig zijn dan in onafhankelijke onderzoeken. Voor het huidige rapport is het dus belangrijk om een onderscheid te maken tussen artikelen die (deels) betaald worden door Axon, en artikelen die vrij zijn van deze mogelijke belangenverstrengeling.

¹⁶ Azadani PN, Tseng ZH, Ermakov S, et al. Funding source and author affiliation in TASER research are strongly associated with a conclusion of device safety. *American Heart Journal*. 2011;162,533-37.

2 Methode

2.1 Selectiecriteria

De volgende in- en exclusiecriteria waren a-priori gesteld voor de identificatie/selectie van relevante studies:

- 1) Gepubliceerd in peer-reviewed tijdschriften tussen 1 januari 2000 en medio maart 2019, gebaseerd op originele resultaten van wetenschappelijk onderzoek;
- 2) Geschreven in de talen Engels, Nederlands, Duits, Frans of Spaans;
- 3) De focus van de geïncludeerde studies moet expliciet liggen op het gebruik van Tasers (in de context van het politiewerk);
- 4) Afhankelijke variabelen zijn specifieke (zelfgerapporteerde of klinisch vastgestelde) gezondheidsproblemen en -aandoeningen, gezondheidsstatusscores en/of fysiologische meetwaarden;
- 5) Studies met dieren worden niet meegenomen;
- 6) Er wordt geen beperking ingesteld voor de onderzochte populatie qua demografische kenmerken

Studies buiten de gestelde periode of waarvan geen volledige tekst beschikbaar was in de genoemde talen en/of zonder duidelijke (gezondheids)uitkomsten zijn geëxcludeerd. Hetzelfde gold voor editorials, anecdotische beschrijvingen/observaties en studies met een meting zonder baseline/referentiewaarde van de gemeten groep. Puur descriptieve studies waarin geen duidelijke blootstelling-uitkomst associaties worden getest, zijn ook niet geïncludeerd. Wij hebben bovenstaande soorten artikelen echter in alle gevallen geïnventariseerd en in bijlagen gepresenteerd.

De zoekstrategie is gebaseerd op een uitgebreid literatuuronderzoek in de grootste databases. De primaire literatuurstrategie werd, na afstemming met de begeleidingscommissie, tussen eind maart en medio april 2019 uitgevoerd en was gericht op studies die na 1 januari 2000 gepubliceerd zijn (zie Bijlage C met specificatie inclusie- en exclusiecriteria voor verdere details).

De gedetailleerde methodologie van de review werd ook geregistreerd en openbaar gepubliceerd in de vorm van een protocol op het PROSPERO platform.¹⁷

2.2 Primaire zoektocht

Als eerste stap hebben we een inventarisatie gemaakt van belangrijke publicaties, zoals eerdere reviews, op basis van een pilot-zoektocht. Ten tweede hebben we ons literatuuronderzoekstrategieënprotocol ontwikkeld op basis van relevante zoektermen uit de geïdentificeerde artikelen, uitwisseling van feedback binnen het projectteam en na overleg met de informatiespecialisten van de Nivel-bibliotheek. De zoekstrategie is gebaseerd op een uitgebreid literatuuronderzoek in de volgende hoofddatabases:

- *Pubmed incl. alle records van Medline (US National Library of Medicine, Bethesda, Maryland, MD)*
- *Web of Science (Clarivate Analytics, Philadelphia, PA)*
- *PsycINFO (American Psychological Association, Washington, DC)*
- *Embase (Elsevier B.V., Amsterdam, The Netherlands)*

¹⁷ PROSPERO. <https://www.crd.york.ac.uk/prospero/>

- *The Cochrane Central Register of Controlled Trials (CENTRAL) (Cochrane Collaboration, London UK)*

2.3 Additionele databronnen

Een additionele zoektocht is ook uitgevoerd in de volgende relevante online databases:

- *The ClinicalTrials.gov Register* (<https://clinicaltrials.gov/ct2/home/>),
- *The EU Clinical Trials Register* (<https://www.clinicaltrialsregister.eu>)
- *The National Institute of Justice (US) database* (<https://www.nij.gov/topics/law-enforcement/Pages/research-science-policing.aspx>)
- *The CEPOL (European Union Agency for Law Enforcement Training) database* (<https://www.cepola.europa.eu/science-research/e-library>)

Verder zijn de referentiesecties van een aantal recent gepubliceerde reviews en studies bekeken om te zoeken naar potentieel relevante studies die wij om enigerlei redenen gemist hebben met de primaire zoektocht en de additionele databronnen.

2.4 Zoektermen

Een combinatie van een breed scala aan relevante zoektermen omtrent blootstelling aan Tasers was gebruikt om de zoekstrategie te vormen (zie Tabel 1 voor een algemeen overzicht). De strategie werd breed ingezet en richtte zich op een combinatie van categorieën termen. In principe werd binnen iedere categorie het commando “OR” gebruikt en niet “AND”. Het “NOT” commando werd ook gebruikt (bijvoorbeeld NOT animals). Voordat de definitieve strategie en zoektermselectie ontwikkeld was, werd een Pilot search op Pubmed/Medline uitgevoerd waar het aantal/de toepasselijkheid van diverse zoektermen getest werd. De gedetailleerde zoektocht per hoofddatabase wordt in een digitale bijlage gepresenteerd.

Tabel 1. Voorbeeld van zoektermen m.b.t de Taser-blootstelling

Blootstelling	Taser(s), , Axon, conducted electrical device(s), CED(s), electroshock weapon(s), electronic control weapon(s), energy weapon(s), electroshock projectile(s), non-lethal weapon(s), less-lethal weapon(s), impact weapon(s), conducted energy device(s), conducted energy weapon(s), CEW, electronic control device(s), ECD, neuromuscular incapacitation device(s), NMI, electromuscular disruption device(s), EMD, conductive energy device(s), electronic weapon(s), electrical weapon(s), conductive energy weapon(s), non-lethal weapon(s), conductive electronic device(s), extended range projectiles(s), directed energy weapon(s), incapacitation technology(s), electromuscular projectile(s), electric shock weapon(s), pulsed energy weapon(s), stun technology
----------------------	---

2.5 Procedure

Tijdens de eerste fase van de screening werden de dubbele records uit de pool van geïdentificeerde studies uitgesloten en zijn door de leden van het projectteam de titels en abstracts van de

geïdentificeerde studies onafhankelijk gescreend. Dit werd gedaan door gebruik van het selectieprotocol (gevormd op basis van de eerdergenoemde bredere inclusie- en exclusiecriteria). Studies die duidelijk niet voldeden aan de inclusiecriteria in deze fase van het screeningproces werden uitgesloten. Mogelijk in aanmerking komende studies hebben een volledige tekstbeoordeling ondergaan.

Tijdens de tweede fase van de screening zijn de potentieel relevante studies beoordeeld door twee onderzoekers. Discrepanties (qua scope of relevantie van een bepaald artikel) tijdens de screening werden opgelost door de betrokkenheid van een derde lezer en discussie/consensus tussen de auteurs/projectteamleden. Voor een derde van de studies die door beide onderzoekers gescreend zijn, werd inter-rater betrouwbaarheid (IRR) berekend op basis van Cohen's kappa voor binaire beoordelingen.^{18,19} De waarde van de Cohen's kappa was goed ("agreement"=87%, kappa=0,75)

In de derde fase werd de bias-evaluatie door twee onderzoekers onafhankelijk uitgevoerd voor alle thematisch relevante studies (voor details: zie onderstaande sectie "beoordeling van risico van bias & kwaliteit"). Studies zijn geëxcludeerd van de hoofdresultaten van de review indien de bias-risico als hoog beoordeeld werd op basis van drie fundamentele methodologische aspecten: power, sampling & statistische methodes/repliceerbaarheid. Raters waren blind voor elkaars beoordeling en IRR was weer geëvalueerd, om de betrouwbaarheid van de beoordelingen te versterken; IRR was weer goed ("agreement"=88%, kappa=0,75) Discrepancies tussen beoordelingen werden opgelost door de betrokkenheid van een derde onderzoeker. Het selectieproces is gedocumenteerd in een PRISMA-stroomdiagram²⁰ (zie Figuur 1; naar internationale gewoonte in de Engelse taal opgesteld).

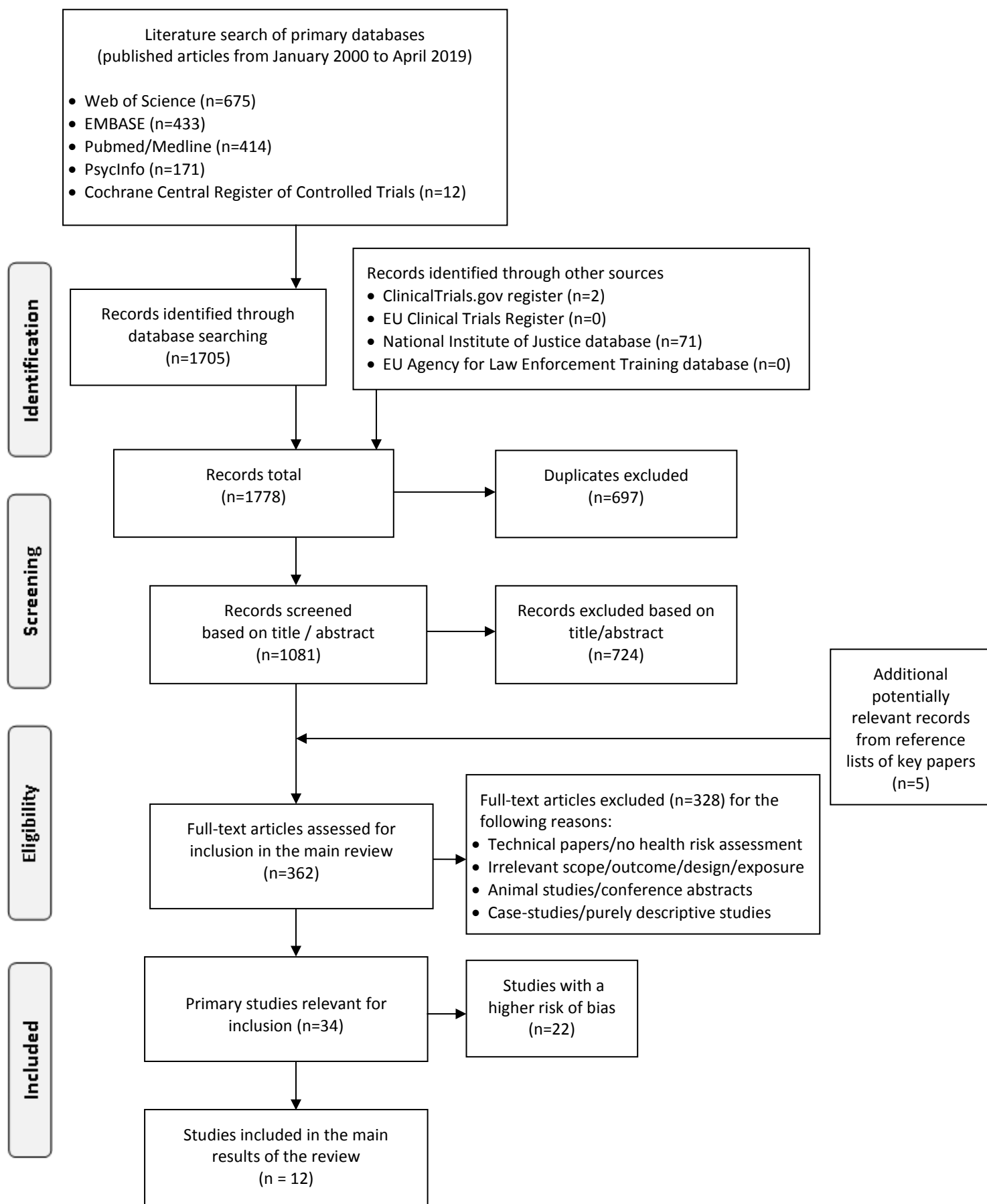
Voor de extractie van gegevens hebben we een gegevensverzamelingsformulier gebruikt, dat getest werd op 10 relevante studies. Nadat er overeenstemming was bereikt over het formulier, zijn de gegevens geëxtraheerd, gecodeerd en geïmporteerd in Tabellen en werd de nauwkeurigheid van de extractie gecontroleerd. Verschillen in inzicht/waardering werden opgelost door overleg tussen de co-auteurs. De volgende kenmerken zijn geëxtraheerd voor elke studie:

- *Auteur(s);*
- *Publicatiejaar;*
- *Studieontwerp;*
- *Model Taser;*
- *Kenmerken van de deelnemers/steekproef;*
- *Methoden;*
- *Gerapporteerde (blootstelling-respons) associaties;*
- *Financieringsbron;*
- *Algemene kwaliteit.*

¹⁸ Landis JR, Koch GG. The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data. *Biometrics*. 1997;33:159-74.

¹⁹ Mandrekar JN. Measures of Interrater Agreement. *Journal of Thoracic Oncology*. 2011;6:6-7.

²⁰ Moher D, Alessandro L, Tetzlaff J, et al. Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: the PRISMA Statement. *Annals of Internal Medicine*. 2009;151:264-69.



Figuur 1. Stroomdiagram van de studietoetsprocedure op basis van de internationale PRISMA-richtlijnen

2.6 Beoordeling van risico op bias, kwaliteit en van onafhankelijkheid van de studies

Zowel het risico op bias als de algemene studiekwaliteit is onafhankelijk beoordeeld door twee auteurs. Rekening houdend met de heterogeniteit in studieontwerpen en het feit dat de instrumenten van de Campbell/Cochrane collaboration gericht zijn op RCT's, was het belangrijk dat de gebruikte instrumenten zowel betrouwbaar als toepasbaar/flexibel zijn. Na consensus en pilot-testing binnen het team, werd een gemodificeerde versie van het AXIS-instrument gebruikt (zie: bijlage D).²¹ Risico van bias was gebaseerd op drie items (nummer 3, 4 en 6) en algemene studiekwaliteit op alle items (n=12). Een score lager dan twee (op de drie bias-items) was een indicator van een hoger risico op bias. Voor studiekwaliteit was er een continu score gebruikt (maximaal score was 10, 11 of 12, afhankelijk van het studieontwerp), ingedeeld in drie cut-off points/classificaties (laag, matig, hoog). Inter-rater betrouwbaarheid werd ook geëvalueerd voor een derde van alle geïnccludeerde studies; en er was overeenstemming in alle classificaties na discussie over kleine verschillen in beoordelingen. Onafhankelijkheid van onderzoek op basis van betrokkenheid van sponsors werd apart geëvalueerd. De geëxtraheerde data/evidentie zijn ook hiërarchisch georganiseerd/beoordeeld.

²¹ De exacte bias- en AXIS-beoordeling zijn op te vragen bij de auteurs.

3 Resultaten

3.1 Kwalitatief voldoende en risico op bias gering

Er zijn twaalf artikelen gevonden die zowel aan kwaliteitseisen voldoen als minder kans op bias hebben (zie: figuur 1).

In tabel 1 zijn deze artikelen alfabetisch opgenomen en onverdeeld in twee categorieën:

- Artikelen zonder verdere bijzonderheden;
- Artikelen die zijn gefinancierd door Axon. Het gaat hier om artikelen die expliciet vermelden dat zij financiële steun van Axon hebben ontvangen. Wij hebben weinig bewijs dat deze artikelen een geringere kwaliteit hebben (buiten het feit dat het steeds om kleine steekproeven gaat met steeds gezonde proefpersonen). Om de schijn van belangenverstrengeling te vermijden worden deze artikelen hier separaat gepresenteerd.

Van de twaalf artikelen vielen er acht in de eerste en vier in de tweede categorie. Naast de vier door Axon gefinancierde studies werden er vijf gefinancierd door het National Institute of Justice.

Elf studies werden uitgevoerd in de Verenigde Staten en één in Canada. In de meerderheid gaat het om het type Taser X26 (negen maal, waarvan in twee gevallen ook de M26); twee maal was het type Taser niet vermeld en één maal ging het om type X2, het type dat in Nederland bij de pilot is gebruikt. De gemeten lengte van blootstelling aan stroom uit de Taser was twee maal niet vermeld, zeven maal maximaal vijf seconden, één maal 10 en twee maal 15 seconden.

De omvang van de onderzochte populatie verschilde nogal. Eén studie had een steekproef van vier personen. Acht studies hadden tussen 11 - 50 proefpersonen, de categorie waarin alle door Axon gefinancierde studies vallen. Een studie ging over 51 - 100 proefpersonen, één over 101 - 500 en één studie had meer dan 500 proefpersonen. In één studie kwamen deze proefpersonen uit de 'open populatie'. In negen studies betrof het politiepersoneel, soms samen met medisch personeel (twee keer) of burgers (een keer) en in één geval ging het om studenten.

Er werden vijf verschillende methoden van onderzoek gebruikt, waarbij een niet gerandomiseerd onderzoek zonder controlegroep het vaakst voorkwam. Er was slechts één onderzoek experimenteel van opzet en ook één maal werd een gerandomiseerde trial met controlegroep (het 'beste' type onderzoek) georganiseerd.

Inhoudelijk ging het vooral om studies over aspecten van het hart en hartritmestoornissen. Op een enkele uitzondering na - zoals een tijdelijk stijgen van de bloeddruk, een even tijdelijk dalen van cognitieve vaardigheden, of verwondingen aan de huid - werd geen evidentie gevonden voor ernstige, langdurige gezondheidseffecten door blootstelling aan Taser. Met daarbij wel de nuance dat het onderzoek werd uitgevoerd op gezonde proefpersonen in een gecontroleerde setting met een (meestal) kortdurende blootstelling

3.2 Studies met een groter risico op bias

Wij presenteren hier ook de 22 artikelen, waarbij de kans op bias groter was dan bij de bovenvermelde eerste keuze studies. Deze studies werden in meerderheid (N=13) gefinancierd door Taser International/Axon.

Het grootste deel van de studies betrof het type Taser X26 (N=17) en ook hier ging maar één van de studies over type X2. De onderzochte periode van blootstelling was gemiddeld wat hoger dan bij de studies met minder bias (eenmaal maar liefst 30 seconden). Bij de meeste door Axon gefinancierde studies werden 'wetshandhavers', meestal gevangenbewaarders, als proefpersonen gebruikt (N=9) en

mensen die bij Taser een training kregen (meestal ook wetshandhavende functionarissen; N=10). Geen enkele studie betrof hier de open populatie.

De omvang van deze categorie studies blijkt beduidend lager te zijn: veertien studies hadden minder dan 50 proefpersonen en 21 studies minder dan 100 proefpersonen. Er waren twee methoden: de niet-gerandomiseerde trial met (N=5) of zonder (N=17) controlegroep.

Dertien studies hadden hart of hartritmestoornissen als onderwerp en daarnaast was er aandacht voor de ademhaling, fysiologische stress, cognitief functioneren en de lichaamstemperatuur. In geen van de studies, ook niet degene die een andere financier kende als Axon, was enig bewijs voor nadelige ernstige, langdurige effecten van blootstelling aan Taser met de nuance dat het onderzoek werd uitgevoerd op gezonde proefpersonen in een gecontroleerde setting met een (meestal) kortdurende blootstelling.

3.3 Gezondheidseffecten Tabel 2 en 3

In Tabel 2 laten de studies zien dat er geen significante veranderingen optreden in fysiologische stressoren, hartritme, of acidose²², ook niet bij langdurige blootstelling²³, en ook werden er geen veranderingen in ECG's gedetecteerd.²⁴ Wel stijgt de bloeddruk licht.²⁵ Eén studie claimt een significante kortdurende afname (van maximaal 1 uur) in cognitief vermogen²⁶, terwijl een andere studie geen significante afname van cognitief vermogen vindt.²⁷ De studie met de kleinste steekproef bekeek de invloed van Taser op personen met een pacemaker.²⁸ Hieruit bleek dat een pacemaker een stroomstoot van Taser identificeert als ventrikelfibrilleren. Normaal gesproken zou een pacemaker ingrijpen wanneer deze situatie te lang duurt, maar een blootstelling van vijf seconden is daar niet genoeg voor.

Tabel 3 laat soortgelijke effecten zien. Er is een kleine toename in bloeddruk en hartslag (al vinden sommige studies ook weer géén effect op de hartslag), en er zijn geen significante veranderingen in serum troponine, lichaamstemperatuur, hart, ademhaling, metabolisme.²⁹ Wel wordt er een toename in creatinekinase gevonden. Er lijkt geen effect te zijn op de ademhaling wanneer mensen langdurig of herhaaldelijk blootgesteld worden aan een stroomstoot³⁰, al vindt één studie wel een invloed van Taser op de inademing tijdens de blootstelling aan Taser.³¹ De studies die blootstelling aan Taser vergeleken met blootstelling aan andere politiewapens vinden geen verschillende effecten voor verschillende typen wapens: voor alle blootgestelde groepen neemt het neurocognitief vermogen significant af voor een tijdsduur van maximaal 1 uur.³² Twee studies concluderen dat er potentieel tachycardie kan optreden bij blootstelling aan Taser.³³

3.4 Overige studies

Om het de lezer mogelijk te maken onze uitkomsten te repliceren zijn in de bijlage nog drie andere typen studies te vinden die de tabellen 2 en 3 niet haalden.

²² VanMeenen, 2010; Vilke, 2007, 2008, 2009; Kroll, 2018;

²³ Ho, 2009; 2010; 2011b

²⁴ Ho, 2011b, Vilke, 2008

²⁵ Vilke 2009

²⁶ Kane & White, 2016

²⁷ Dawes, 2018

²⁸ Stopyra, 2017

²⁹ Bozeman, 2009; Sloane, 2008; VanMeenen, 2013; Levine, 2007; Dawes, 2008; 2010c, 2010d, 2011; Ho, 2006, 2007, 2013; Moscati, 2010

³⁰ Dawes, 2010d;

³¹ VanMeenen, 2013;

³² White, 2014; Dawes, 2014

³³ Gibbons, 2017; Havranek, 2015

Wij vonden 28 reviews (bijlage B) die in meerderheid (N=18) niet systematisch bleken te zijn, maar 'gewone' literatuurstudies. Deze 28 studies geven zicht op hoe de nadruk in de tijd verschoof, met begin deze eeuw vooral veel aandacht voor hartproblemen en voor 'excited delirium'. In de bijlage worden enige bevindingen over deze reviews gerapporteerd.

In bijlage E betreft het de case studies waarin het (medische) geval van één individu wordt beschreven. Wij vonden in totaal zestig reviews en case studies die op wetenschappelijke kwaliteit laag scoren (vaak zijn het immers korte beschrijvingen die gedaan zijn door een medicus), maar die wel inzicht geven in verschillende typen gezondheidseffecten van blootstelling aan Taser. Doordat het bij de experimentele studies (hierboven) om gecontroleerde omstandigheden gaat (de darts worden bijvoorbeeld in meerdere studies niet afgevuurd, maar de stroom wordt via knijpers op het lichaam doorgegeven) valt er uit de case studies beter te leren hoe het er in de praktijk aan toe gaat. Vooral gezondheidsproblemen in verband met de darts worden beschreven, met name aan het oog. Bovendien worden er minder problemen in verband gebracht met de stroom van het wapen, omdat de spieren door de Taser verkrampen zijn er veel valincidenten met trauma aan het hoofd en botbreuken tot gevolg. Doordat de darts door kleding dringen zijn er altijd schroeiwonden van de huid. Er zijn 26 studies gevonden die over effecten op het hart en over hartritmestoornissen gaan. Hierbij kan nooit een causaal (oorzakelijk) verband worden aangetoond tussen deze gezondheidseffecten en het gebruik van de Taser alleen.

In bijlage F tenslotte presenteren wij voor de volledigheid zestien beschrijvende studies (type studie tussen casestudie en experimentele studie in). Op twee uitzonderingen na gaat het hier steeds om oudere studies. De focus ligt op verschillende modellen Taser, maar X26 en M26 zijn het meest prominent. De meeste studies betroffen casussen van wetshandhaving-gerelateerde sterfgevallen en/of wonden, waar het gebruik van Tasers bij betrokken was, zoals werd gerapporteerd in politiedossiers en/of medische registraties en/of media. Er is wel grote heterogeniteit in de methoden en bevindingen van die studies, maar in het algemeen blijkt het dat de frequentie van sterfgevallen en ernstige wonden laag is.

Tabel 2. Resultaten van de geïncludeerde studies die de bias-beoordeling doorstaan hebben

Auteurs	Jaar	Kwaliteit	Model Taser/ Duur stoot	Steekproefke nmerken	Methode	Geobserveerde effecten van Taser	Financieringsbron
Hall	2015	H	Niet bekend	N = 671 Open populatie	Retrospectieve studie	Blootstelling aan Taser in een op de buik liggende positie is niet gevaarlijker dan andere lichaamsposities.	Defence Research and Development Canada
Kane & White	2016	H	Niet bekend	N = 73 Studenten	Gerandomiseerde trial met controlegroep	Taser zorgt voor een korte afname (minder dan zestig minuten) in verbaal leren en geheugen.	National Institute of Justice
Stopyra	2017	M	X26 5 sec.	N = 4 Overig	Experimentele pilotstudie zonder controlegroep	Een pacemaker of ICD identificeert een schok van 5 seconden wel als ventrikelfibrilleren, maar grijpt verder niet in.	National Institute of Justice
VanMeenen	2010	H	X26 5, 4, 3, of 2 sec.	N = 118 Wetshand- havers	Niet-gerandomiseerde trial zonder controlegroep	Geen invloed van blootstelling aan Taser op hart- en spierenzym of andere gemeten fysiologische indicatoren.	National Institute of Justice
Vilke	2007	H	X26 5 sec.	N = 32 Wetshand- havers	Niet-gerandomiseerde trial zonder controlegroep	Geen significante veranderingen in de indicatoren van fysiologische stress na blootstelling aan een stroomstoot.	National Institute of Justice
Vilke	2009	M	X26 5 sec.	N = 25 Wetshand- havers	Niet-gerandomiseerde gecontroleerde studie	Systolische bloeddruk significant hoger na 30 minuten, verder geen significante fysiologische verschillen tussen de groepen.	National Institute of Justice

Auteurs	Jaar	Kwaliteit	Model Taser/ Duur stoot	Steekproefke nmerken	Methode	Geobserveerde effecten van Taser	Financieringsbron
Vilke	2008	M	X26 1 tot 5 sec.	N = 32 Wetshand- havers	Niet-gerandomiseerde trial zonder controlegroep	Geen klinisch significante verschillen in ECG tussen de voor en nameting: geen veranderingen in hartritme, interval of morfologie.	Niet bekend
Kroll	2018	H	X26 5 sec.	N = 31 Wetshand- havers	Niet-gerandomiseerde trial zonder controlegroep	Geen significante toename in serum serotonine (en dus in theorie ook niet voor een verhoogd risico op een Delier).	United States Joint Non-Lethal Weapons Program
Gefinancierd door Axon							
Dawes	2018	M	X2 5 sec.	N = 24 Wetshand- havers Burgers	Gerandomiseerde trial met controlegroep	Er wordt geen significante afname in neurocognitieve prestaties gevonden.	Axon
Ho	2009	M	X26 15 sec.	N = 38 Wetshand- havers Medisch	Niet-gerandomiseerde trial zonder controlegroep	Verlengde blootstelling aan Taser lijkt bij lichamelijk vermoeide personen geen invloed te hebben op acidose, hyperkaliëmie, of hartletsel.	Axon
Ho	2010	M	X26 10 sec.	N = 12 Wetshand- havers	Experimentele studie zonder controlegroep	Blootstelling aan Taser heeft geen significante invloed op het voorkomen van acidose (te hoog zuurgehalte van het bloed).	Axon

Auteurs	Jaar	Kwaliteit	Model Taser/ Duur stoot	Steekproefke nmerken	Methode	Geobserveerde effecten van Taser	Financieringsbron
Ho	2011b	M	X26 15 sec.	N = 25 Wetshand- havers Medisch	Niet-gerandomiseerde trial zonder controlegroep	Blootstelling aan Taser bracht geen veranderingen teweeg in ECG's.	Axon

Afkorting: L=laag, M=matig, H=Hoog

Tabel 3. Resultaten van relevante studies die niet door de bias-beoordeling heen zijn gekomen

Auteurs	Jaar	Kwaliteit	Model Taser/Duur stoot	Steekproef kenmerken	Methode	Geobserveerde effecten van Taser	Financieringsbron
Bozeman	2009	M	X26 5, 3, & 1 sec.	N = 28 Wetshand- havers	Niet-gerandomiseerde trial zonder controlegroep	Geen significante effecten op dysritmie. Er was een kleine toename van de hartslag en systolisch bloeddruk maar volgens de auteurs kan dat verwacht worden in reactie op blootstelling aan CEW.	Wake Forest University Department of Emergency Medicine
Gibbons	2017	H	X26 5 sec	N = 24 US Airforce- personeel	Niet-gerandomiseerde trial zonder controlegroep	Blootstelling had een impact op ECG (elektrocardiogram)-veranderingen met een risico op ventriculaire tachycardie.	US Air Force
Havranek	2015	M	X26 5 sec	N = 26 Vrijwilligers (onduidelijk)	Niet-gerandomiseerde trial zonder controlegroep	Geen associatie tussen blootstelling en klinisch relevante ECG- veranderingen maar wel significante tachycardie in de meerderheid van de deelnemers. Substantiële hartritmestoornis na blootstelling was geobserveerd voor 2 deelnemers.	Charles University Prague
Sloane	2008	M	X26 4.4 sec. (gemiddelde)	N = 66 Politie	Niet-gerandomiseerde trial zonder controlegroep	Er was geen associatie tussen Taser- blootstelling hartspierletsel zoals gemeten door serum troponine I, 6 uur na blootstelling.	Biosite Incorporated
VanMeenen	2013	M	X26 5 sec.	N = 23 Wetshand- havers/Taser -trainees	Niet-gerandomiseerde trial zonder controlegroep	Blootstelling had geen significante effect op normale hartcycli maar wel op inademing tijdens de blootstelling.	National Institute of Justice

Auteurs	Jaar	Kwaliteit	Model Taser/Duur stoot	Steekproef kenmerken	Methode	Geobserveerde effecten van Taser	Financieringsbron
White	2014	M	X26 Niet bekend	N = 21 Politie	Niet-gerandomiseerde trial zonder controlegroep	Er was een effect van blootstelling op parameters van cognitief functioneren, zoals gemeten door cognitieve testen.	National Institute of Justice
Dawes	2008	L	X26 15 sec.	N = 21 Taser-trainees/AX ON-medewerkers	Niet-gerandomiseerde trial met controlegroep	Geen significante effecten op lichaamstemperatuur bij "niet-gestresse"/rustende volwassenen.	Niet bekend
Ho	2008	M	X26 10 sec.	N = 34 Taser-trainees	Niet-gerandomiseerde trial zonder controlegroep	Geen associatie tussen blootstelling en klinisch relevante tachyritmieën.	Niet bekend
Levine	2007	M	X26 3 sec. (gemiddelde)	N = 105 Politie	Niet-gerandomiseerde trial zonder controlegroep	Er was een significante toename in hartslag na blootstelling, maar geen andere geïdentificeerde cardiale ritmestoornissen of morfologische veranderingen; voor sommige deelnemers zijn er ECG veranderingen geobserveerd (in de "QT intervals") maar de klinische relevantie is onduidelijk volgens de auteurs.	Niet bekend

Auteurs	Jaar	Kwaliteit	Model Taser/Duur stoot	Steekproef kenmerken	Methode	Geobserveerde effecten van Taser	Financieringsbron
Gefinancierd door Axon							
Dawes	2009	M	X26 5 sec.	N = 16 Taser- trainees	Gerandomiseerde trial met controlegroep	Blootstelling aan Taser was niet meer activerend voor fysiologische stressreactie in vergelijking met gebruik van kracht (controlegroepen) zoals 5-sec-pepperspray-blootstelling, een 45-seconden blootstelling van de hand en onderarm in een koudwatertank & een 1-min defensieve tactiekoefening.	Axon
Dawes	2010b	M	X26 5 sec.	N = 10 Wetshand- havers	Niet-gerandomiseerde trial zonder controlegroep	Taser heeft geen effect op de menselijke hartspier, indien gebruikt met sondeplaatsing. Sommige deelnemers hadden enige bloeding op de plekken van de sonde.	Axon
Dawes	2010c	M	C2* 30 sec.	N = 11 Wetshand- havers/ gevangen- bewaarders	Niet-gerandomiseerde trial zonder controlegroep	Taser heeft een milde melkzuuracidose veroorzaakt. Er waren geen cardiale, respiratoire of metabolische effecten van de blootstelling.	Axon
Dawes	2010d	M	Taser Shockwave* 5 sec (x 2-3 keer)	N = 16 Wetshand- havers/Taser -trainees	Niet-gerandomiseerde trial zonder controlegroep	In relatie tot blootstelling waren er matige toenames in creatinekinase en lactaat en een (niet-significante) trend naar verminderde ademhalingsvolume. Echocardiografie heeft geen effecten laten zien.	Axon (gedeeltelijk)

Auteurs	Jaar	Kwaliteit	Model Taser/Duur stoot	Steekproef kenmerken	Methode	Geobserveerde effecten van Taser	Financieringsbron
Dawes	2011	L	X3 10 sec.	N = 56 Wetshand- havers/ gevangen- bewaarders	Niet-gerandomiseerde trial zonder controlegroep	Er was een toename in creatinekinase als meer probes ingezet werden. Geen respiratoire, metabole en neuroendocriene effecten zijn geobserveerd in relatie tot blootstelling.	Axon
Dawes	2014	M	X26 5 sec.	N=13 Wetshand- havers/ gevangen- bewaarders	Niet-gerandomiseerde trial met controlegroep	Geen verschil in neurocognitieve metingen tussen de Taser en de controlegroepen (45-s gesimuleerd gevecht tegen een instructeur, sprint met obstakels, politiehondenbeet-oefening & pepperspray-blootstelling). Er was wel een afname in neurocognitief functioneren in alle groepen meteen na het uitvoeren van de taken, maar dit effect was van voorbijgaande aard post-scenario in alle groepen, maar volgens de auteurs was dit van twijfelachtige klinische relevantie en tijdelijk (verdwenen 1 uur na de taak).	Axon

Auteurs	Jaar	Kwaliteit	Model Taser/Duur stoot	Steekproef kenmerken	Methode	Geobserveerde effecten van Taser	Financieringsbron
Ho	2006	H	X26 5 sec	N = 66 Taser- trainees	Gerandomiseerde trial zonder controlegroep	Geen invloed van Taser op gemeten cardiale elektrische activiteit bij rustende deelnemers binnen 24 uur na blootstelling. Verder zijn er ook geen elektrische dysritmie, directe cardiale cellulaire schade, gevaarlijke hyperkaliëmie of geïnduceerde acidose gevonden.	Axon (gedeeltelijk)
Ho	2007	M	X26 15 sec. / 3x5 sec.	N = 52 Wetshand- havers/Taser -trainees	Niet-gerandomiseerde trial zonder controlegroep	Geen effecten van (continue of langdurige intermitterende) Taser- blootstelling op respiratoire achteruitgang op basis van fysiologische metingen.	Axon (gedeeltelijk)
Ho	2009b	M	X26 15 sec.	N = 40 Taser- trainees van diverse beroepen	Gerandomiseerde trial met controlegroep	De “alleen-Taser”-groep had een hogere pH en lagere lactaatwaarden dan de “intense fysieke activiteit”- controlegroep, op alle tijdstippen na blootstelling. Maar er was geen verschil tussen de groepen “combinatie-Taser-intense fysieke activiteit” vs. de “langdurige-intense fysieke activiteit”-controlegroep.	Axon (gedeeltelijk)

Auteurs	Jaar	Kwaliteit	Model Taser/Duur stoot	Steekproef kenmerken	Methode	Geobserveerde effecten van Taser	Financieringsbron
Ho	2011c	M	NGCEW* (twee “in ontwikkeling” versies van een nieuwe generatie-Taser) 10 sec	N = 45 Wetshand-havers/ gevangen-bewaarders/ Taser-trainees	Niet-gerandomiseerde trial zonder controlegroep	De NGCEWv1 (niet goedgekeurd voor openbaar gebruik) bleek het vermogen te hebben om “cardiac capture” te veroorzaken in een deelnemer. Er was geen significante invloed op vitale functies na de blootstelling, troponine I- of ECG-veranderingen na blootstelling aan de gemodificeerde Taser-versie (NGCEW2).	Axon (gedeeltelijk)
Ho	2013	M	X26 5 sec.	N = 8 Wetshand-havers/ gevangenbe-waarders	Gerandomiseerde trial met controlegroep	Niveaus van markers van acidose en stress bij proefpersonen die aan de TASER werden blootgesteld, waren lager dan of vergelijkbaar met die van de controlegroep (mensen die 20 meter of meer sprintten).	Axon

Auteurs	Jaar	Kwaliteit	Model Taser/Duur stoot	Steekproef kenmerken	Methode	Geobserveerde effecten van Taser	Financieringsbron
Ho	2014	M	X2 10 sec	N = 10 Wetshand- havers/ gevangen- bewaarders	Niet-gerandomiseerde trial zonder controlegroep	Geen associatie tussen blootstelling en fysiologische metingen/biomarkers zoals vitale functies en kalium. Geen enkele deelnemer had een positieve troponine. Er was een toename in melkzuur na blootstelling en ook in ademhalingsvolume (na en tijdens blootstelling), en ook wat veranderingen in pH en creatinekinase (maar die werden niet beschouwd als zorgwekkend door de auteurs).	Axon (gedeeltelijk)
Moscatti	2010	M	X26 15 sec.	N = 22 Politie/Taser -trainees	Niet-gerandomiseerde trial zonder controlegroep	Langdurige continue blootstelling aan Taser had geen klinisch significante invloed op de proefpersonen in termen van markers van metabole acidose na alcoholintoxicatie. Sommige geobserveerde veranderingen in de metingen waren binnen normale parameters, volgens de auteurs.	Axon

* worden niet behandeld in Bijlage A

Afkorting: L=laag, M=matig, H=Hoog

4 Conclusie & Discussie

4.1 Beantwoording onderzoeksvragen

Er zijn 34 studies met voldoende wetenschappelijke kwaliteit te vinden over de mogelijke effecten van Tasers op de gezondheid. Er is geen evidentie die de veronderstelde onveiligheid (met name voor het hart) van Tasers aantoont. Ook voor risicogroepen zijn geen specifieke bewijzen voor schadelijkheid te vinden.

Nuancering is noodzakelijk: de wetenschappelijke literatuur die hier is behandeld gaat over het algemeen over gezonde, relatief jonge proefpersonen, en in veel experimenten betreft het slechts kleine groepen. Op basis van de kwalitatief betere studies lijkt blootstelling aan Taser voor een maximale duur van 5 - 15 seconden geen serieuze gezondheidsproblemen op te leveren. Er worden in deze studies geen risicogroepen blootgesteld aan Taser (ethisch gezien ook lastig). Verder betreft het in de literatuurselectie in deze studie vrijwel altijd de Taser X26, wat een ouder model is dan de X2 die door de Nederlandse politie gebruikt wordt (zie Bijlage A). De conclusie dat er geen bewijs geleverd kan worden voor de schadelijkheid van Taser heeft dus duidelijk beperkingen; wat er gebeurt in de praktijk, met minder gezonde personen (bijvoorbeeld de risicogroepen) is minder duidelijk.

De case studies (bijlage E) geven, rekening houdend met de afwezige methodologische kwaliteit, wel een beeld van verwondingen die er waar op het lichaam mogelijk of gebruikelijk zijn, ook bij risicogroepen. Deze studies laten vooral een beeld met secundaire verwondingen zien (tabel 4). Zo kan er secundair trauma ontstaan doordat de pijltjes in lichaamsdelen belanden die veel gevoeliger zijn dan de huid. Dat leidt in verschillende gevallen tot serieuze oogproblemen, of tot een perforatie van de keelholte of mannelijke geslachtsorganen. Ook komt het voor dat een getaserde ongelukkig ten val komt door blootstelling aan Taser (met een hoofdwond of zelfs de dood tot gevolg), of de getaserde breekt een bot (door de val of door plotselinge samentrekking van de spieren).

Tabel 4. Gerapporteerde complicaties door blootstelling aan Taser uit case-studies

Door Darts	Door val	Ander secundair letsel
Penetratie van vingerkootje, schedel, hersenen, mannelijk geslachtsdeel, keelholte; Oogletsel; Epileptische aanval; Verbranding van de huid	Hersenletsel; Fractuur	Verbranding (door ontvlambare stoffen); Spierscheuringen (door plotselinge samentrekking spieren); Steekwond (zelf aangebracht door plotselinge samentrekking spieren); Fractuur (door plotselinge samentrekking spieren)

Op basis van de verzameling van meerdere cases wordt wel gemeld dat er mogelijke sterfgevallen van Taser zijn, vaak in combinatie met drugsgebruik of hart- en vaatziekten. Soms werden deze personen ook langdurig of herhaaldelijk getaserd. (Een causaal verband kan niet aangetoond worden, maar de samenhang tussen deze factoren moet ook niet genegeerd worden.)

Het is erg lastig om in te schatten hoe reëel het risico op dit soort letsels is. We weten namelijk niet in hoeveel procent van alle taserblootstellingen letsel ontstaat. Er is een ieder geval een kans op (secundair) letsel door Taser, maar hoe groot die kans is, is dus niet vast te stellen. Op basis van de descriptieve studies (bijlage F) kan wel een inschatting worden gemaakt van de kans op letsel. Zo wordt door El-Sayed (2010) geclaimd dat in ongeveer 1 op de 200.000 gevallen de taserpijltjes verwijderd moesten worden in het ziekenhuis, en dat het verwijderen van de darts in alle andere gevallen dus geen problemen opleverde. Bozeman (2008) stelde dat er in 99,75% van alle tasergevallen sprake was van geen of alleen oppervlakkige verwondingen (door penetratie van de pijltjes). In andere studies ligt de prevalentie echter hoger: in 11 op de 100 gevallen worden niet-dodelijke verwondingen behandeld in een ziekenhuis (Haileyesus, 2015), er zijn geen gevallen met significante verwondingen onder minderjarigen, en 20% van de minderjarigen kende milde verwondingen zoals kneuzingen en schaafwonden (Gardner, 2012). Het blijft lastig om deze studies te vergelijken, omdat het vaak om verschillende dataselecties gaat, met een uiteenlopende operationalisatie van verwondingen. Er is in ieder geval wel een kans op letsel bij blootstelling aan Taser, maar die kans lijkt erg klein te zijn.

4.2 Binnen de Nederlandse Context

De huidige wapenuitrusting van de Nederlandse politie bestaat uit pepperspray, fysiek geweld (middels de schildprocedure), de wapenstok en het vuurwapen.³⁴ Daarbij kan er ook nog inzet van politiehonden plaatsvinden, maar die zijn vrijwel nooit primair aanwezig. Een Taser zou een aanvulling op deze wapenuitrusting zijn, en het wapen zal zich formeel als optie tussen de wapenstok (lichter ingrijpen) en het vuurwapen (zwaarder ingrijpen) bevinden. Al deze wapens mogen slechts onder strenge voorwaarden gebruikt worden: alleen wanneer het strikt noodzakelijk is en het geweld het doel of belang rechtvaardigt.

Directe aanleiding voor deze systematische literatuurstudie was de zorg geuit in de Tweede Kamer over de mogelijke gezondheidseffecten van Taser. Deze zorgen bleken al eerder uit een verbod op het gebruik van Tasers in de geestelijke gezondheidszorg (motie Ellemée).³⁵ Het lijkt hierbij vooral (en misschien uitsluitend) om de kwetsbare groepen te gaan. Op basis van de huidige literatuurstudie is het niet mogelijk om te stellen dat er een directe negatieve invloed op de gezondheid van deze kwetsbare groepen bestaat – maar het is ook niet wetenschappelijk onderbouwd dat gebruik van Tasers op deze groepen volkomen veilig is. In Nederland is de Taser X2 zo ingesteld dat een langdurige blootstelling niet mogelijk is. De verantwoordelijkheid van het niet-buitensporig inzetten van Tasers binnen die beperking ligt natuurlijk bij de betreffende politiemedewerker. Er ligt dus een taak van hogerhand om politie-eenheden die gebruik maken van de Taser voor te blijven lichten over eventuele disproportionele inzet, en regelmatig te trainen.

In box 1 een korte samenvatting van de recente monitor die context geeft aan de Nederlandse situatie.

³⁴ Nederlandse Politie. Uniform en Uitrusting. <https://www.politie.nl/themas/uniform-en-uitrusting.html> Verkregen op 27 juni 2019

³⁵ Tweede Kamer. Gebruik taser in de ggz omstreden.

https://www.tweedekamer.nl/kamerstukken/plenaire_verslagen/kamer_in_het_kort/gebruik-taser-de-ggz-omstreden Verkregen op 27 juni 2019

Box 1. Monitor tweede jaar pilotteams

Onlangs verscheen de monitor van de inzet van de Taser in Amersfoort, Zwolle en bij de hondenbrigade in Rotterdam in de periode 2/18 – 2/19.^{B1} Dit rapport is vanzelfsprekend geen wetenschappelijk artikel, maar een beschrijvend rapport. In deze drie proefgebieden werd in één jaar 170 maal gebruik van de Taser gedocumenteerd, waarbij dreigen met het stroomstootwapen (57%) of dreigen en afvuren samen (22%) de meest gebruikte mogelijkheden waren. Volgens dit rapport wordt de stun-modus nauwelijks meer gebruikt. De mensen die werden getaserd (inclusief alleen dreigen) waren allemaal man en de helft was onder invloed van alcohol of drugs, of was ‘psychisch labiel’. Vrijwel alle getaserden werden na afloop door een arts of verpleegkundige gezien. In de meerderheid van de gevallen waren er niet meer gezondheidseffecten dan twee kleine penetratiewondjes en er was soms secundair letsel door een val. Bovenstaande gegevens werden na afloop van het incident genoteerd door de bediener van de Taser.

Verder is het bij een eventueel besluit om over te gaan tot invoering van de Taser bij alle politie-eenheden in Nederland belangrijk om te kijken naar zowel de voor- als nadelen van de Taser ten opzichte van (het gebruik van) de andere wapens. Vuurwapens zijn vaker dodelijk, maar worden gelukkig niet vaak ingezet in Nederland. Inzet van de wapenstok en pepperspray worden in de maatschappij en media over het algemeen als minder heftig ingrijpen gezien dan de Taser. Tegelijkertijd zijn er aan het gebruik van die ‘lichtere’ wapens ook risico’s verbonden. Zo zou na contact van de ogen met pepperspray mogelijk het hoornvlies beschadigd kunnen raken.³⁶ Een Taser kan mogelijk als substituut dienen voor fysiek geweld (zowel met de vuist als geweld met wapenstok of pepperspray) in het wapenarsenaal van politie en, volgens evaluaties, minder als substituut voor het vuurwapen. Het is voor beleidsvormende instanties zaak een realistische afweging te maken of de invoer van de Taser voldoende voordelen kent ten opzichte van de huidige wapens, en misschien zelfs nadelen van de huidige wapens teniet doet en dus als substituut kan dienen, in plaats van als aanvulling op de huidige wapenuitrusting.

4.3 Beperkingen wetenschappelijke literatuur

Zoals ieder onderzoek kent deze literatuurstudie ook zijn beperkingen. Het belangrijkste punt is – samen met de niet-representatieve steekproeven – dat vrijwel alle studies type X26 analyseren. Dat is zoals geschreven een andere type Taser dan in Nederland gebruikt wordt. Een rapport van de Home Office³⁷ zet de verschillen tussen de X26 en de X2 uiteen. Daarbij kijkt het Office naar factoren die vooral interessant zijn voor de politie vanwege praktische redenen (gewicht, hoe ligt het apparaat in de hand), maar ook naar de stroomstoot van de X2 in vergelijking met de X26. Er is een duidelijk verschil tussen de zogenaamde ‘golfvorm’ van de elektrische output van beide modellen, maar een vergelijking van de effectiviteit en veiligheid van de twee modellen is niet gedaan.³⁸ Dit is één van de

³⁶ Vesaluoma M, et al. Effects of Oleoresin Capsicum Pepper Spray on Human Corneal Morphology and Sensitivity. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*. 2000;41:2138-47

³⁷ Home Office. CED Replacement Project – Assessment of the Taser X2 against the police operational requirements. Report. 2018; 3-5, 16-28.

³⁸ Home Office. CED Replacement Project – Assessment of the Taser X2 against the police operational requirements. Report. 2018; 6.

^{B1} Mali B. Het stroomstootwapen in de basispolitiezorg? Monitor van de inzet periode 1 februari 2018 – 1 februari 2019, Apeldoorn: Politieacademie, 2019

redenen dat de resultaten in dit literatuuronderzoek niet één op één vertaald kunnen worden naar de Nederlandse situatie.

Daarnaast moet ook in ogenschouw worden genomen dat veel studies zich baseren op een onderzoekspopulatie bestaande uit 'wetshandhavers', dat er soms een beloning wordt uitgelooft in de vorm van geld of een Taser voor persoonlijk gebruik, en dat vrijwel alle studies uit de Verenigde Staten afkomstig zijn. Deze niet-representatieve onderzoekspopulatie en beloning in combinatie met het land waarin de onderzoeken uitgevoerd zijn, maakt het niet mogelijk om deze resultaten te vertalen naar de Nederlandse situatie. Het tasergebruik in Nederland is veel meer gereguleerd dan tasergebruik (of wapengebruik in het algemeen) in de Verenigde Staten. Het zou daarom aan te raden zijn om bij grootschaliger invoering van de Taser in Nederland een monitoring op te zetten, waarbij gedurende een bepaalde periode naast de omstandigheden van het gebruik (in te vullen door de betrokken politie-functionaris) een medische objectivering door een arts of verpleegkundige wordt toegevoegd.

Een ander opvallend punt is dat verschillende studies gebruik maakten van alligatorclips aan de kleding, in plaats van Taser pijltjes die in het lichaam werden geschoten. In het algemeen is er weinig literatuur over de stun modus: anekdotisch wordt deze modus 'plagerij' genoemd, zonder enig effect op de gezondheid (behalve mogelijk een oppervlakkige huidwond). In Nederland zijn wetshandhavers steeds terughoudender met het gebruik van de stun-modus: deze mag volgens de recente geweldsinstructies niet gebruikt worden, tenzij in geval van noodweer, of wanneer deze modus gebruikt moet worden Om het stroomcircuit rond te maken als één van de darts de doelpersoon niet heeft getroffen.

Inhoudelijk is nog het nodige aan te merken op de beschikbare literatuur. Zo richten veel studies zich op dezelfde bloedwaarden (bijvoorbeeld lactaat, pH, bloeddruk en creatine kinase), maar is het niet duidelijk wat tevoren de veronderstelling was waarom deze factoren de schadelijkheid van Taser zouden aantonen. Wel wordt uitleg gegeven over de wenselijkheid om veranderingen in serum serotonine aan te geven. Deze meting zou duidelijkheid kunnen verschaffen over het optreden van een zogenaamd 'excited delirium', een opwindingsdelier.³⁹ Er zouden vaker mensen overlijden door blootstelling aan Taser wanneer een getaserde zich in zo'n extreme opwindingsstoestand bevindt. Het probleem met een opwindingsdelier is echter dat de politie-functionaris zou moeten beoordelen of iemand zich in zo'n situatie bevindt. Daarnaast is een delier meer een overkoepelende term voor acute verwardheid met agitatie en (nogal eens) agressie. De meeste studies richten zich op fysiologische kenmerken en het is de auteurs niet duidelijk geworden waarom er zoveel nadruk werd gelegd op een aandoening die geen formele diagnose is. Een voor de hand liggende verklaring is dat mensen in een staat van hoge opwindingsvanzelf al een verhoogde hartslag hebben, en lichamelijk uitgeput raken, waardoor een Taser in potentie gevaarlijker zou kunnen worden. Risicogroepen zijn echter niet empirisch onderzocht, waardoor een (causale) relatie niet te onderzoeken was.

De conclusies van Azadani et al., waarin duidelijke verschillen werden waargenomen tussen de uitkomsten van door Axon gefinancierde studies en anders-gefinancierde onderzoeken, lijken op basis van de huidige literatuurstudie geen stand te houden. Er wordt geen positievere beoordeling van Tasers gevonden in Axon-gefinancierde studies. Het betreft in de Axon studies echter vrijwel altijd wel kleine steekproeven van gezonde mensen.

³⁹ Krul J, Sannen A. Opwindingsdelier – informatie voor politie, beveiliging en hulpverlening. 2017. Factsheet.
<https://www.trimbos.nl/docs/bbf3244d-b94d-4843-a7ba-83ac981c99e7.pdf> Verkregen op 27 juni 2019

4.4 Discussie

Deze review is een van de meest grondige studies naar de gezondheidseffecten van Taser in de jaren 2000 tot 2019. Van de eerder uitgevoerde literatuurstudies lijkt alleen die van Pasquier (2011) van voldoende kwaliteit om er waarde aan te hechten. Hoewel Pasquier's studie wat verouderd is, sluit onze systematische review er goed op aan. De huidige literatuurstudie kent een minstens even sterke methodologie en vult de periode 2011 tot 2019 aan.

Met behulp van deze review kunnen geen gezondheidseffecten worden bewezen (behalve de wondjes van de darts), terwijl er anekdotisch (zwaar-)gewonden en doden worden gemeld. Met name Amnesty International en Reuters wijzen op de gevaren voor kwetsbare groepen. Die voorbeelden komen vaak uit de Verenigde Staten een land met een volstrekt andere gewelds- en handhavingcultuur. Tasergebruik is daar één van de vormen van 'geweld' waarmee een verdachte kan worden overmeesterd; verschillende vormen van geweldsgebruik die vaak achtereenvolgens of tegelijk bij één verdachte worden toegepast. Persbureau Reuters heeft een database mogelijke sterfgevallendoor Taser-gebruik, gebaseerd op mediaberichten, zelfrapportage door de bediener van de Taser en in een minderheid van de gevallen op een autopsierapport. In 163 van deze gevallen werd in het autopsierapport bevestigd dat Taser de oorzaak of één van de oorzaken van de het overlijden was, of dat de blootstelling in ieder geval bijdroeg aan het overlijden. In veel gevallen betrof het hier ook mensen die onder invloed van drugs waren.⁴⁰

Sinds Axon (toen nog Taser International) een officiële waarschuwing⁴¹ voor politiepersoneel uitgif, is deze waarschuwing altijd van kracht gebleven. Naar aanleiding van het door ons uitgevoerde literatuuronderzoek is het ons onduidelijk waarom deze waarschuwing zo benadrukt moest worden, en op basis waarvan Axon de risicogroepen onderscheidt. Zoals geschreven is er geen wetenschappelijke literatuur voorhanden waarin de gezondheidseffecten van Tasers op de risicogroepen worden onderzocht. De waarschuwing van Axon is dan ook niet gebaseerd op wetenschappelijke evidentie, hoewel er wel studies zijn die aantonen dat er mogelijk negatieve effecten zijn op het hart en dat er hartritmestoornissen gevonden werden. Deze studies zijn echter al wat ouder en zijn vooral gebaseerd op dierproeven. Meer recent werd (buiten een verhoogde hartslag) in experimentele situaties geen evidentie gevonden voor door Taser veroorzaakte hartproblemen. In de praktijk lijkt dit risico wel aanwezig door de agitatie of roes bij degene die wordt getaserd.

Met gezond verstand kan worden bedacht dat er liever niet wordt getaserd op een lid van een risicogroep, bijvoorbeeld een zwangere vrouw. Er is evenwel geen bewijs voor een (extra) risico gevonden. Zwangere vrouwen zijn bijvoorbeeld niet uitgesloten van het ondergaan van elektroconvulsie therapie (ECT) (geheel ander doel en geheel andere setting), waarbij de stroomstoot die afgegeven wordt vele malen hoger is dan die van een Taser. Nader onderzoek naar de causale associaties tussen Tasergebruik en gezondheidseffecten van groepen mensen die steeds als lid van een risicogroep worden gezien, is gewenst. Dergelijk onderzoek kent echter veel ethische knelpunten.

⁴⁰ Reuters Investigates. Shock Tactics – A Reuters examination of 1081 deaths involving Tasers. <https://www.reuters.com/investigates/special-report/usa-taser-database/> Verkregen op 13 mei 2019

⁴¹ Axon. TASER handheld CEW Warnings, Instructions, and Information: Law Enforcement. 2018. https://axon.cdn.prismic.io/axon%2F3cd3d65a-7500-4667-a9a8-0549fc3226c7_law-enforcement-warnings%2B8-5x11.pdf Verkregen op 3 juli 2019

De officiële waarschuwing van Axon geeft de suggestie dat het negeren van de daarin genoemde veiligheidsmaatregelen direct kan leiden tot (ernstige) gezondheidseffecten. Op basis van de door ons geanalyseerde artikelen is dit echter niet te onderbouwen en lijkt het er meer op dat Axon (wellicht op naar aanleiding van nieuwsberichten of misschien zelfs aanklachten) het zekere voor het onzekere wilde nemen. Van wetenschappelijke (empirische) onderbouwing is hierbij geen sprake.

Literatuur

Studies Tabel 2

Dawes D, Ho J, Vincent AS, Nystrom P, Driver B. The neurocognitive effects of a conducted electrical weapon compared to high intensity interval training and alcohol intoxication - implications for Miranda and consent. *Journal of forensic and legal medicine*. 2018; 53:51-7.

Hall C, Votova K, Heyd C, Walker M, MacDonald S, Eramian D, et al. Restraint in police use of force events: examining sudden in custody death for prone and not-prone positions. *Journal of forensic and legal medicine*. 2015; 31:29-35.

Ho JD, Dawes DM, Bultman LL, Moscati RM, Janchar TA, Miner JR. Prolonged TASER use on exhausted humans does not worsen markers of acidosis. *American Journal of Emergency Medicine*. 2009; 27:413-8.

Ho JD, Dawes DM, Nelson RS, Lundin EJ, Ryan FJ, Overton KG, et al. Acidosis and catecholamine evaluation following simulated law enforcement "use of force" encounters. *Academic emergency medicine : official journal of the Society for Academic Emergency Medicine*. 2010; 17:e60-8.

Ho JD, Dawes DM, Heegaard WG, Calkins HG, Moscati RM, Miner JR. Absence of electrocardiographic change after prolonged application of a conducted electrical weapon in physically exhausted adults. *The Journal of emergency medicine*. 2011; 41:466-72.

Kane RJ, White MD. TASER((R)) Exposure and Cognitive Impairment Implications for Valid Miranda Waivers and the Timing of Police Custodial Interrogations. *Criminology & Public Policy*. 2016; 15:79-107.

Kroll MW, Hail SL, Kroll RM, Wetli CV, Criscione JC. Electrical weapons and excited delirium: shocks, stress, and serum serotonin. *Forensic science, medicine, and pathology*. 2018; 14:478-83.

Stopyra JP, Winslow JE, Fitzgerald DM, Bozeman WP. Intracardiac electrocardiographic assessment of precordial TASER shocks in human subjects: A pilot study. *Journal of forensic and legal medicine*. 2017; 52:70-4.

VanMeenen KM, Cherniack NS, Bergen MT, Gleason LA, Teichman R, Servatius RJ. Cardiovascular evaluation of electronic control device exposure in law enforcement trainees: a multisite study. *Journal of occupational and environmental medicine*. 2010; 52:197-201.

Vilke GM, Sloane CM, Bouton KD, Kolkhorst FW, Levine SD, Neuman TS, et al. Physiological effects of a conducted electrical weapon on human subjects. *Annals of emergency medicine*. 2007; 50:569-75.

Vilke GM, Sloane C, Levine S, Neuman T, Castillo E, Chan TC. Twelve-lead electrocardiogram monitoring of subjects before and after voluntary exposure to the Taser X26. *American Journal of Emergency Medicine*. 2008; 26:1-4.

Vilke GM, Sloane CM, Suffecool A, Kolkhorst FW, Neuman TS, Castillo EM, et al. Physiologic effects of the TASER after exercise. *Academic emergency medicine : official journal of the Society for Academic Emergency Medicine*. 2009; 16:704-10.

Studies Tabel 3

Bozeman WP, Barnes DG, Jr., Winslow JE, 3rd, Johnson JC, 3rd, Phillips CH, Alson R. Immediate cardiovascular effects of the Taser X26 conducted electrical weapon. *Emergency medicine journal : EMJ*. 2009; 26:567-70.

Dawes DM, Ho JD, Johnson MA, Lundin E, Janchar TA, Miner JR. 15-Second conducted electrical weapon exposure does not cause core temperature elevation in non-environmentally stressed resting adults. *Forensic Science International*. 2008; 176:253-7.

Dawes D, Ho J, Miner J. The neuroendocrine effects of the TASER X26: a brief report. *Forensic science international*. 2009; 183:14-9.

Dawes DM, Ho JD, Reardon RF, Miner JR. Echocardiographic evaluation of TASER X26 probe deployment into the chests of human volunteers. *The American journal of emergency medicine*. 2010; 28:49-55.

Dawes DM, Ho JD, Reardon RF, Miner JR. The cardiovascular, respiratory, and metabolic effects of a long duration electronic control device exposure in human volunteers. *Forensic science, medicine, and pathology*. 2010; 6:268-74.

Dawes DM, Ho JD, Reardon RF, Sweeney JD, Miner JR. The physiologic effects of multiple simultaneous electronic control device discharges. *Western journal of emergency medicine*. 2010;11:49.

Dawes DM, Ho JD, Reardon RF, Strote SR, Nelson RS, Lundin EJ, et al. The respiratory, metabolic, and neuroendocrine effects of a new generation electronic control device. *Forensic science international*. 2011; 207:55-60.

Dawes DM, Ho JD, Vincent AS, Nystrom PC, Moore JC, Steinberg LW, et al. The neurocognitive effects of simulated use-of-force scenarios. *Forensic science, medicine, and pathology*. 2014; 10:9-17.

Gibbons JA, Mojica AJ, Peele ME. Human Electrical Muscular Incapacitation and Effects on QTc Interval. *Journal of Forensic Sciences*. 2017; 62:1516-21.

Havranek S, Neuzil P, Linhart A. Electromuscular incapacitating devices discharge and risk of severe bradycardia. *The American journal of forensic medicine and pathology*. 2015; 36:94-8.

Ho JD, Miner JR, Lakireddy DR, Bultman LL, Heegaard WG. Cardiovascular and Physiologic Effects of Conducted Electrical Weapon Discharge in Resting Adults. *Academic Emergency Medicine*. 2006; 13:589-95.

Ho JD, Dawes DM, Bultman LL, Thacker JL, Skinner LD, Bahr JM, et al. Respiratory effect of prolonged electrical weapon application on human volunteers. *Academic emergency medicine : official journal of the Society for Academic Emergency Medicine*. 2007; 14:197-201.

Ho JD, Dawes DM, Reardon RF, Lapine AL, Dolan BJ, Lundin EJ, et al. Echocardiographic evaluation of a TASER-X26 application in the ideal human cardiac axis. *Academic emergency medicine : official journal of the Society for Academic Emergency Medicine*. 2008; 15:838-44.

Ho JD, Dawes DM, Cole JB, Hottinger JC, Overton KG, Miner JR. Lactate and pH evaluation in exhausted humans with prolonged TASER X26 exposure or continued exertion. *Forensic Science International*. 2009; 190:80-6.

Ho JD, Dawes DM, Reardon RF, Strote SR, Kunz SN, Nelson RS, et al. Human cardiovascular effects of a new generation conducted electrical weapon. *Forensic science international*. 2011; 204:50-7.

Ho JD, Dawes DM, Nystrom PC, Collins DP, Nelson RS, Moore JC, et al. Markers of acidosis and stress in a sprint versus a conducted electrical weapon. *Forensic science international*. 2013; 233:84-9.

Ho JD, Dawes DM, Chang RJ, Nelson RS, Miner JR. Physiologic effects of a new-generation conducted electrical weapon on human volunteers. *The Journal of emergency medicine*. 2014; 46:428-35.

Levine SD, Sloane CM, Chan TC, Dunford JV, Vilke GM. Cardiac Monitoring of Human Subjects Exposed to the Taser®. *Journal of Emergency Medicine*. 2007; 33:113-7.

Moscato R, Ho JD, Dawes DM, Miner JR. Physiologic effects of prolonged conducted electrical weapon discharge in ethanol-intoxicated adults. *American Journal of Emergency Medicine*. 2010; 28:582-7.

Sloane CM, Chan TC, Levine SD, Dunford JV, Neuman T, Vilke GM. Serum Troponin I Measurement of Subjects Exposed to the Taser X-26®. *Journal of Emergency Medicine*. 2008; 35:29-32.

VanMeenen KM, Lavietes MH, Cherniack NS, Bergen MT, Teichman R, Servatius RJ. Respiratory and cardiovascular response during electronic control device exposure in law enforcement trainees. *Frontiers in Physiology*. 2013; 4.

White MD, Ready JT, Kane RJ, Dario LM. Examining the effects of the TASER on cognitive functioning: Findings from a pilot study with police recruits. *Journal of Experimental Criminology*. 2014; 10:267-90.

Reviews

Adams K, Jennison V. What we do not know about police use of Tasers (TM). *Policing-an International Journal of Police Strategies & Management*. 2007; 30:447-65.

Azadani PN, Tseng ZH, Ermakov S, Marcus GM, Lee BK. Funding source and author affiliation in TASER research are strongly associated with a conclusion of device safety. *American heart journal*. 2011; 162:533-7.

Belen E, Tipi FF, Bayyigit A, Helvacı AS. Acute inferior myocardial infarction after electrical weapon exposure: case report and review of the literature. *Türk Kardiyoloji Dernegi arsivi : Turk Kardiyoloji Derneginin yayin organidir*. 2015; 43:178-81.

Dermengiu D, Hostiuc S, Curca GC. Electroshock weapons: physiologic and pathologic effects - literature review. *Romanian Journal of Legal Medicine*. 2008; 16:187-93.

Dunet B, Erbland A, Abi-Chahla ML, Tournier C, Fabre T. The TASERed finger: A new entity. Case report and review of literature. *Chirurgie de la main*. 2015; 34:145-8.

Ideker RE, Dosdall DJ. Can the direct cardiac effects of the electric pulses generated by the TASER X26 cause immediate or delayed sudden cardiac arrest in normal adults? *The American journal of forensic medicine and pathology*. 2007; 28:195-201.

Jauchem JR. Deaths in custody: are some due to electronic control devices (including TASER devices) or excited delirium? *Journal of forensic and legal medicine*. 2010; 17:1-7.

Jauchem JR. Repeated or long-duration TASER electronic control device exposures: acidemia and lack of respiration. *Forensic science, medicine, and pathology*. 2010; 6:46-53.

Jauchem JR. Pathophysiologic changes due to TASER(R) devices versus excited delirium: potential relevance to deaths-in-custody? *Journal of forensic and legal medicine*. 2011; 18:145-53.

Jauchem JR. Blood lactate concentration after exposure to conducted energy weapons (including TASER(R) devices): is it clinically relevant? *Forensic science, medicine, and pathology*. 2013; 9:386-94.

Jauchem JR. TASER(R) conducted electrical weapons: misconceptions in the scientific/medical and other literature. *Forensic science, medicine, and pathology*. 2015; 11:53-64.

Jauchem JR. Exposures to conducted electrical weapons (including TASER(R) devices): how many and for how long are acceptable? *Journal of forensic sciences*. 2015; 60 Suppl 1:S116-29.

Kroll MW. Physiology and pathology of TASER electronic control devices. *Journal of forensic and legal medicine*. 2009; 16:173-7.

Kunz SN, Grove N, Fischer F. Acute pathophysiological influences of conducted electrical weapons in humans: A review of current literature. *Forensic science international*. 2012; 221:1-4.

Kunz SN, Zinka B, Fieseler S, Graw M, Peschel O. Functioning and effectiveness of electronic control devices such as the TASER(R) M- and X-series: a review of the current literature. *Journal of forensic sciences*. 2012; 57:1591-4.

Kunz SN, Adamec J. A comparative brief on conducted electrical weapon safety. *Wiener Medizinische Wochenschrift*. 2018:1-8.

Kunz SN, Calkins H, Adamec J, Kroll MW. Cardiac and skeletal muscle effects of electrical weapons : A review of human and animal studies. *Forensic science, medicine, and pathology*. 2018; 14:358-66.

Kunz SN, Calkins HG, Adamec J, Kroll MW. Adrenergic and metabolic effects of electrical weapons: review and meta-analysis of human data. *International journal of legal medicine*. 2018; 132:1469-75.

Laub J. Study of deaths following electro muscular disruption. National Institute of Justice. 2011 May (report).

Nanthakumar K, Massé S, Umapathy K, Dorian P, Sevaptisidis E, Waxman M. Cardiac stimulation with high voltage discharge from stun guns. *CMAJ : Canadian Medical Association journal = journal de l'Association medicale canadienne*. 2008; 178:1451-7.

Nugent K, Bagdure S, Otahbachi M, Cevik C. Conductive energy devices: a review of use and deaths in the United States. *Journal of investigative medicine : the official publication of the American Federation for Clinical Research*. 2011; 59:1203-10.

O'Brien AJ, Thom K. Police use of TASER devices in mental health emergencies: A review. *International Journal of Law and Psychiatry*. 2014; 37:420-6.

Pasquier M, Carron PN, Vallotton L, Yersin B. Electronic control device exposure: a review of morbidity and mortality. *Annals of emergency medicine*. 2011; 58:178-88.

Rich B, Brophy JM. Estimating the Risk of Cardiac Mortality After Exposure to Conducted Energy Weapons. *Canadian Journal of Cardiology*. 2015; 31:1439-46.

Robb M, Close B, Furyk J, Aitken P. Review article: Emergency Department implications of the TASER. *Emergency medicine Australasia : EMA*. 2009; 21:250-8.

Schwartz M, Carron PN, Yersin B, Pasquier M. Health Risks Concerning Electronic Control Devices. *Annales Francaises De Medecine D Urgence*. 2015; 5:30-6.

Vilke GM, Chan TC. Less lethal technology: medical issues. *Policing-an International Journal of Police Strategies & Management*. 2007; 30:341-57.

Vilke GM, Bozeman WP, Chan TC. Emergency department evaluation after conducted energy weapon use: review of the literature for the clinician. *The Journal of emergency medicine*. 2011; 40:598-604.

Case-studies

Al-Jarabah M, Coulston J, Hewin D. Pharyngeal perforation secondary to electrical shock from a Taser gun. *Emergency medicine journal : EMJ*. 2008; 25:378.

Baldwin DE, Nagarakanti R, Hardy SP, Jain N, Borne DM, England AR, et al. Myocardial infarction after taser exposure. *The Journal of the Louisiana State Medical Society : official organ of the Louisiana State Medical Society*. 2010; 162:291-2, 4-5.

Belen E, Tipi FF, Bayyigit A, Helvacı AS. Acute inferior myocardial infarction after electrical weapon exposure: case report and review of the literature. *Türk Kardiyoloji Dernegi arsivi : Turk Kardiyoloji Derneginin yayin organidir*. 2015; 43:178-81.

Bell N, Moon M, Dross P. Cerebrovascular accident (CVA) in association with a Taser-induced electrical injury. *Emergency radiology*. 2014; 21:211-3.

Ben Ahmed H, Bouzouita K, Selmi K, Chelli M, Mokaddem A, Ben Ameer Y, et al. Myocardial infarction after conducted electrical weapon shock. *Annales de cardiologie et d'angéiologie*. 2013; 62:124-6.

Le Blanc-Louvry I, Gricourt C, Toure E, Papin F, Proust B. A brain penetration after Taser injury: controversies regarding Taser gun safety. *Forensic science international*. 2012; 221:e7-11.

Bui ET, Sourkes M, Wennberg R. Generalized tonic-clonic seizure after a taser shot to the head. *Canadian Medical Association Journal*. 2009; 180:625-6.

Bux R, Andresen D, Rothschild MA. Electronic gun Advanced Taser M 26: Functioning, effectiveness and case report. *Rechtsmedizin*. 2002; 12:207-13.

Campbell F, Clark S. Penetrating facial trauma from a Taser barb. *British Journal of Oral & Maxillofacial Surgery*. 2019; 57:188-9.

Cao M, Shinbane JS, Gillberg JM, Saxon LA. Taser-induced rapid ventricular myocardial capture demonstrated by pacemaker intracardiac electrograms. *Journal of cardiovascular electrophysiology*. 2007; 18:876-9.

Chandler J, Martin BP, Graham DD, Jr. TASER((R)) injury to the forehead. *The Journal of emergency medicine*. 2013; 44:e67-8.

Cheek S, Shifflette V, Dunn E. Foreign body removal: A shocking story. *American Surgeon*. 2013; 79:E35-E6.

Chen SL, Richard CK, Murthy RC, Lauer AK. Perforating ocular injury by Taser. *Clinical & experimental ophthalmology*. 2006; 34:378-80.

Coad F, Maw G. TASERed during training: an unusual scapular fracture. *Emergency medicine Australasia : EMA*. 2014; 26:206-7.

Cooks T, Davis TK, Hu J, Metheny R, Schwartz M, Gerona R. "Smoking" guns: Questions. "Smoking" guns: Answers. *Pediatric nephrology (Berlin, Germany)*. 2016; 31:61-2, 3-6.

De Runz A, Minetti C, Brix M, Simon E. New TASER injuries: Lacrimal canaliculus laceration and ethmoid bone fracture. *International journal of oral and maxillofacial surgery*. 2014; 43:722-4.

Dearing M, Lewis TJ. Foreign body lodged in distal phalanx of left index finger-taser dart. *Emergency radiology*. 2005; 11:364-5.

Dunet B, Erbland A, Abi-Chahla ML, Tournier C, Fabre T. The TASERed finger: A new entity. Case report and review of literature. *Chirurgie de la main*. 2015; 34:145-8.

Feeney C, Vu J, Ani C. Acute agitated delirious state associated with Taser exposure. *Journal of the National Medical Association*. 2010; 102:1254-7.

Gapsis BC, Hoang A, Nazari K, Morcos M. Ocular manifestations of TASER-induced trauma. *Trauma Case Reports*. 2017; 12:4-7.

Giaconi JC, Ries MD, Steinbach LS. Stun gun induced myotendinous injury of the iliopsoas and gluteus minimus. *Skeletal radiology*. 2011; 40:783-7.

Gleason J, Ahmad I. TASER[®] electronic control device-induced rhabdomyolysis and renal failure: A case report. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*. 2015; 9:HD01-HD2.

Haegeli LM, Sterns LD, Adam DC, Leather RA. Effect of a Taser shot to the chest of a patient with an implantable defibrillator. *Heart rhythm*. 2006; 3:339-41.

Han JS, Chopra A, Carr D. Ophthalmic injuries from a TASER. *Cjem*. 2009; 11:90-3.

Hinchey PR, Subramaniam G. Pneumothorax as a complication after TASER activation. *Prehospital emergency care : official journal of the National Association of EMS Physicians and the National Association of State EMS Directors*. 2009; 13:532-5.

Ho J, Lapine A, Joing S, Reardon R, Dawes D. Confirmation of respiration during trapezial conducted electrical weapon application. *Academic emergency medicine : official journal of the Society for Academic Emergency Medicine*. 2008; 15:398.

Jey A, Hull P, Kravchuk V, Carillo B, Martel JB. Emergent diagnosis and management of TASER penetrating ocular injury. *American Journal of Emergency Medicine*. 2016; 34:1740.e3-.e5.

Kaloostian PE, Tran H. Intracranial taser dart penetration: Literature review and surgical management. *Journal of surgical case reports*. 2012; 1:10.

Kroll MW, Lakkireddy DR, Stone JR, Luceri RM. TASER electronic control devices and cardiac arrests: coincidental or causal? *Circulation*. 2014; 129:93-100.

Kroll MW, Ritter MB, Guilbault RA, Panescu D. Infection Risk From Conducted Electrical Weapon Probes: What Do We Know? *Journal of forensic sciences*. 2016; 61:1556-62.

Kroll MW, Adamec J, Wetli CV, Williams HE. Fatal traumatic brain injury with electrical weapon falls. *Journal of Forensic and Legal Medicine*. 2016; 43:12-9.

Kroll MW, Ritter MB, Kennedy EA, Silverman NK, Shinder R, Brave MA, et al. Eye injuries from electrical weapon probes: Incidents, prevalence, and legal implications. *Journal of forensic and legal medicine*. 2018; 55:52-7.

Lewis MC, Lewis DE. Frontal Sinus TASER Dart Injury. *The Journal of emergency medicine*. 2016; 50:490-2.

Li JY, Hamill MB. Catastrophic globe disruption as a result of a TASER injury. *Journal of Emergency Medicine*. 2013; 44:65-7.

Little J, Burt M. Tasers and psychiatry: The use of a Taser on a low secure unit. *Journal of Psychiatric Intensive Care*. 2013; 9:56-8.

Maher PJ, Beck N, Strote J. Pneumomediastinum and pulmonary interstitial emphysema after tracheal taser injury. *Emergency medicine journal : EMJ*. 2015; 32:90.

Mangus BE, Shen LY, Helmer SD, Maher J, Smith RS. Taser and taser associated injuries: A case series. *American Surgeon*. 2008; 74:862-5.

Moysidis SN, Koulisis N, Rodger DC, Chao JR, Leng T, de Carlo T, et al. Thomas A. Swift's Electric Rifle Injuries to the Eye and Ocular Adnexa: The Management of Complex Trauma. *Ophthalmology Retina*. 2019; 3:258-69.

Multerer S, Berkenbosch JW, Das B, Johnsrude C. Atrial fibrillation after taser exposure in a previously healthy adolescent. *Pediatric emergency care*. 2009; 25:851-3.

Naunheim RS, Treaster M, Aubin C. Ventricular fibrillation in a man shot with a Taser. *Emergency medicine journal : EMJ*. 2010; 27:645-6.

Ng W, Chehade M. Taser penetrating ocular injury. *American journal of ophthalmology*. 2005;139:713-5.

Rafailov L, Temnogorod J, Tsai FF, Shinder R. Impaled Orbital TASER Probe Injury Requiring Primary Enucleation. *Ophthalmic plastic and reconstructive surgery*. 2017; 33:S176-s7.

Rehman TU, Yonas H, Marinaro J. Intracranial penetration of a TASER dart. *The American journal of emergency medicine*. 2007; 25:733.e3-4.

Richards KA, Kleuser LP, Kluger J. Fortuitous therapeutic effect of Taser shock for a patient in atrial fibrillation. *Annals of emergency medicine*. 2008; 52:686-8.

Sanford JM, Jacobs GJ, Roe EJ, Terndrup TE. Two patients subdued with a TASER(R) device: cases and review of complications. *The Journal of emergency medicine*. 2011; 40:28-32.

Sayegh RR, Madsen KA, Adler JD, Johnson MA, Mathews MK. Diffuse retinal injury from a non-penetrating TASER dart. *Documenta Ophthalmologica*. 2011; 123:135-9.

Schwarz ES, Barra M, Liao MM. Successful resuscitation of a patient in asystole after a TASER injury using a hypothermia protocol. *American Journal of Emergency Medicine*. 2009; 27:515.e1-e2.

Seth RK, Abedi G, Daccache AJ, Tsai JC. Cataract secondary to electrical shock from a Taser gun. *Journal of cataract and refractive surgery*. 2007; 33:1664-5.

Sharma A, Theivacumar NS, Souka HM. Tasers--less than lethal! *Annals of the Royal College of Surgeons of England*. 2009; 91:W20-1.

Sloane CM, Chan TC, Vilke GM. Thoracic Spine Compression Fracture After TASER Activation. *Journal of Emergency Medicine*. 2008; 34:283-5.

Strote J, Range Hutson H. Taser use in restraint-related deaths. *Prehospital emergency care : official journal of the National Association of EMS Physicians and the National Association of State EMS Directors*. 2006; 10:447-50.

Swerdlow CD, Fishbein MC, Chaman L, Lakkireddy DR, Tchou P. Presenting rhythm in sudden deaths temporally proximate to discharge of TASER conducted electrical weapons. *Academic emergency medicine : official journal of the Society for Academic Emergency Medicine*. 2009; 16:726-39.

Teymoorian S, San Filippo AN, Poulouse AK, Lyon DB. Perforating globe injury from Taser trauma. *Ophthalmic plastic and reconstructive surgery*. 2010; 26:306-8.

Theisen K, Slater R, Hale N. Taser-Related Testicular Trauma. *Urology*. 2016; 88:e5.

Todak NE, Cesar GT, Louton B. Forensic reporting of TASER exposure: An examination of situational and exposure characteristics. *Journal of forensic and legal medicine*. 2015; 35:4-8.

Tyagi AC, Gill A, Felton B. Thoracic Compression Fracture as a Result of Taser® Discharge. *Clinical practice and cases in emergency medicine*. 2017;:319.

Vanga SR, Bommana S, Kroll MW, Swerdlow C, Lakkireddy D. TASER conducted electrical weapons and implanted pacemakers and defibrillators. *Conference proceedings : Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society IEEE Engineering in Medicine and Biology Society Conference*. 2009; 2009:3199-204.

Winslow JE, Bozeman WP, Fortner MC, Alson RL. Thoracic compression fractures as a result of shock from a conducted energy weapon: a case report. *Annals of emergency medicine*. 2007; 50:584-6.

Zipes DP. Sudden cardiac arrest and death following application of shocks from a TASER electronic control device. *Circulation*. 2012; 125:2417-22.

Zipes DP. TASER electronic control devices can cause cardiac arrest in humans. *Circulation*. 2014; 129:101-11.

Puur beschrijvende studies

Bécour B. Conducted electrical weapons: About 42 cases examined in emergency department. *Revue de Medecine Legale*. 2012; 3:57-63.

Bozeman WP, Hauda IWE, Heck JJ, Graham Jr DD, Martin BP, Winslow JE. Safety and Injury Profile of Conducted Electrical Weapons Used by Law Enforcement Officers Against Criminal Suspects. *Annals of emergency medicine*. 2009; 53:480-9.

Bozeman WP, Teacher E, Winslow JE. Transcardiac conducted electrical weapon (TASER) probe deployments: incidence and outcomes. *The Journal of emergency medicine*. 2012; 43:970-5.

Coombs AV, Eyerly-Webb SA, Solomon RJ, Sanchez R, Lee SK, Carrillo EH, et al. Investigating clinical and cost burdens of law enforcement-related K9 injuries: The impact of "the bite" on a community hospital. *American Surgeon*. 2019; 85:64-70.

DeLone GJ, Thompson LM. The application and use of TASERs by a Midwestern police agency. *International Journal of Police Science & Management*. 2009;11:414-28.

Eastman AL, Metzger JC, Pepe PE, Benitez FL, Decker J, Rinnert KJ, et al. Conductive electrical devices: a prospective, population-based study of the medical safety of law enforcement use. *The Journal of trauma*. 2008; 64:1567-72.

El Sayed M, El Tawil C, Tamim H, Mailhac A, Mann NC. Emergency Medical Services Experience With Barb Removal After Taser Use By Law Enforcement: A Descriptive National Study. *Prehospital and Disaster Medicine*. 2019; 34:38-45.

Feldman JM, Gruskin S, Coull BA, Krieger N. Quantifying underreporting of law-enforcement-related deaths in United States vital statistics and news-media-based data sources: A capture–recapture analysis. *PLoS medicine*. 2017; 14.

Gardner AR, Hauda WE, Bozeman WP. Conducted electrical weapon (TASER) use against minors: A shocking analysis. *Pediatric emergency care*. 2012; 28:873-7.

Haileyesus T, Annest JL, Mercy JA. Non-fatal conductive energy device-related injuries treated in US emergency departments, 2005-2008. *Injury Prevention*. 2011; 17:127-30.

Jenkinson E, Neeson C, Bleetman A. The relative risk of police use-of-force options: Evaluating the potential for deployment of electronic weaponry. *Journal of clinical forensic medicine*. 2006; 13:229-41.

Lee BK, Vittinghoff E, Whiteman D, Park M, Lau LL, Tseng ZH. Relation of Taser (Electrical Stun Gun) Deployment to Increase in In-Custody Sudden Deaths. *American Journal of Cardiology*. 2009; 103:877-80.

Swerdlow CD, Fishbein MC, Chaman L, Lakkireddy DR, Tchou P. Presenting rhythm in sudden deaths temporally proximate to discharge of TASER conducted electrical weapons. *Academic emergency medicine : official journal of the Society for Academic Emergency Medicine*. 2009; 16:726-39.

Strote J, Walsh M, Angelidis M, Basta A, Hutson HR. Conducted electrical weapon use by law enforcement: An evaluation of safety and injury. *Journal of Trauma - Injury, Infection and Critical Care*. 2010; 68:1239-46.

White MD, Ready J. Examining fatal and nonfatal incidents involving the TASER: Identifying predictors of suspect death reported in the media. *Criminology & Public Policy*. 2009;8:865-91.

White MD, Ready J, Riggs C, Dawes DM, Hinz A, Ho JD. An incident-level profile of TASER device deployments in arrest-related deaths. *Police Quarterly*. 2013; 16:85-112.

Bijlage A Typen Taser

In 1974 kwam een eerste Taser op de markt. Omdat in dit type gebruik werd gemaakt van buskruit, werd het model in 1976 geclassificeerd als wapen. Dit zorgde direct voor het einde van het eerst bedrijf Taser Systems Inc..⁴² In 1991 werd een nieuw bedrijf AIR TASER opgericht, en in 1993 komt de eerste Taser van hun hand. Dit was de eerste Taser die voor de open verkoop bedoeld was.⁴³ In 1998 veranderde het bedrijf haar naam in Taser International. De introductie van de Taser M26 in 1999 zorgde voor een toename in de verkoopcijfers. Met het uitbrengen van een stroomstootwapen met een hogere elektrische lading dan zijn voorganger (van welke de lading als 'te laag' werd beschouwd), werd de Taser populairder. In 2003 werd met een nieuw type, de X26, de ladingcapaciteit nogmaals verhoogd. De typen die daarna komen (X2, X3, X26P) zijn weer wat minder zwaar (in lading) dan hun voorgangers. In Tabel 1 wordt een overzicht gegeven van de verschillende typen Taser met hun kenmerken. Daarbij beperkt de tabel zich tot de typen Taser die interessant zijn voor het literatuuronderzoek van de jaren 2000 tot en met 2019 (dus; de Tasers die tot en met 2017 op de markt zijn gebracht). In 2017 veranderde het bedrijf haar naam in Axon.

In 2018 kwam de Taser X7 op de markt. De kans bestaat dat de Nederlandse politie bij een eventuele invoer van Taser in alle politie-eenheden zal overstappen op dit model Taser. Omdat de X7 pas eind 2018 op de markt is gebracht kon dit type verder niet meegenomen worden in dit huidige literatuuronderzoek.

Tabel 1. Typen Taser met hun kenmerken*

Type (jaar)	Elektrische Lading**	Overige kenmerken
AIR Taser (1993)	70 μ C	
M26 (1999)	70 – 120 μ C	
X26 (2003)	80 – 135 μ C	Wordt sinds 2014 niet meer verkocht door Taser
X3 (2009)	63 (+/- 9) μ C	Drie keer twee darts
X2 (2011)	63 (+/- 9) μ C	Twee keer twee darts in één cartridge***
X26P (2013)	63 (+/- 9) μ C	Kleinere versie van de X26 (in lading, gewicht, afmeting)
X7 (2018)	Niet bekend?	Nieuwste versie die accurater is dan de vorige versies.

* Er zijn meer typen Taser dan hier vermeld, maar dat betreft dan Tasers voor civiel gebruik. In deze bijlage richten wij ons op de voor wetshandhavers relevante typen Taser

** Elektrische lading in microcoulombs

*** Voor de Nederlandse politie is het wapen zo ingesteld dat het apparaat maximaal drie maal een stroomstoot van 5 seconden kan leveren. Langdurige blootstelling aan Taser is hier dus niet mogelijk.

Het is denkbaar dat verschillende elektrische ladingen en verschillende mogelijkheden tot (al dan niet) langdurige blootstelling aan Taser een verschillende invloed op het menselijk lichaam hebben. Om die reden zal er binnen de gevonden literatuur – voor zover mogelijk – een onderscheid gemaakt worden tussen de verschillende typen Taser. De Nederlandse politie maakt nu gebruik van het type X2, dus met een lagere elektrische lading dan het type X26. Mocht er uit dit literatuuronderzoek een gevaar

⁴² Stone S. How the Taser was Invented. 2014. <https://gizmodo.com/how-the-taser-was-invented-1643251944> Verkregen op 13 mei 2019

⁴³ Reuters Investigates. Shock Tactics – Part 5 - The X26. 2017. <https://www.reuters.com/investigates/special-report/usa-taser-x26/> Verkregen op 13 mei 2019

blijken voor het type X26 dat uitdrukkelijk niet blijkt voor het type X2, dan is het van belang met name de conclusie aangaande de X2 mee te nemen in een eventueel besluit aangaande gebruik van stroomstootwapens in Nederland. Mochten er opvallende resultaten zijn die niet toegespitst zijn op een specifiek type Taser, dan is het zaak om die resultaten met uiterste zorgvuldigheid te behandelen.

Uit onderzoek van Dyer (2015)⁴⁴ bleek dat er meer dan 16.000 politie-eenheden in 107 landen gebruik maken van stroomstootwapens. Het merendeel van die eenheden maakte gebruik van de X26. Omdat dit onderzoek uit 2015 stamt, is het onduidelijk of het om de 2003-versie van de X26 gaat, of om de 'vernieuwde' versie uit 2013 (de X26P).

Met betrekking tot het afvuren van de pijltjes kunnen er meerdere stappen ondernomen worden. Niet elke stap is nodig om tot afvuren te komen, maar als de situatie het toelaat is het wel wenselijk dat alle stappen worden doorlopen.⁴⁵

- De gebruiker waarschuwt dat het stroomstootwapen gebruikt zal worden
- De gebruiker trekt het wapen uit de holster
- De gebruiker richt het wapen op de doelpersoon waarbij (bij de X2) twee rode lichtpunten van de laser doelaanwijzers zichtbaar zijn op de doelpersoon
- De gebruiker laat het wapen knetteren als extra waarschuwing
- De gebruiker vuurt het wapen af waarna de stroom via de verbindingsdraden tussen het wapen en de pijltjes gedurende vijf seconden door het lichaam van de doelpersoon loopt
- De gebruiker kan na de vijf seconden de stroom opnieuw aanzetten
- Bij de X2: de gebruiker kan de tweede cartridge verschieten als het eerste schot heeft gemist of niet de gewenste uitwerking heeft. Hierbij is het niet nodig om het wapen te herladen, maar er kan direct geschoten worden. (Dit is tevens waarin de X2 onder andere verschilt van de voorgangers waarbij wel herladen moet worden om een tweede keer te kunnen schieten).

⁴⁴ Dyer O. Tasers. The British Medical Journal. 2015.

⁴⁵ Adang O, Orbons S, Mali B, Vermeulen K. Tussenrapportage pilot stroomstootwapen. Apeldoorn: Politieacademie. 2017; 8.

Bijlage B Reviews

Hoewel we er niet expliciet naar zochten, vonden we met onze zoekstrategie 28 reviews.

Na lezing blijkt het in meerderheid van de gevallen om een literatuurstudie te gaan en niet om een systematische review. Een literatuurstudie behandelt meestal een specifiek probleem, of hangt samen met een casus. Een systematische review is repliceerbaar en controleerbaar en een literatuurstudie meestal niet. Van de 28 artikelen die zich als review afficheren bleken er 18 een literatuurstudie te zijn. Overigens wordt daarbij soms een stortvloed aan literatuur gepresenteerd; Jauchem (2015a) spant de kroon met 244 referenties.

Bij 10 reviews werd de zoekstrategie vermeld en het aantal op die wijze gevonden artikelen. Dit aantal varieerde van 1 artikel (O'Brien, 2007) tot 179 (Kunz, 2018a). Bij slechts twee reviews werd er een waarde voor de kwaliteit toegekend (Vilke, 2011 en Pasquier, 2011). Beide reviews zijn acht jaar oud. De review van Vilke heeft een relatief beperkte vraagstelling: is het noodzakelijk om laboratoriumaanvragen te doen, ECGs af te nemen of langer te observeren middels een opname na blootstelling aan een Taser bij een overigens alerte patiënt? (Antwoord: nee).

De review van Pasquier is veel uitgebreider. De belangrijkste bevindingen zijn: Op basis van de gevonden literatuur werd geconcludeerd dat bij meer dan de helft van alle aan Taser blootgestelde individuen sprake was van gezonde vrijwilligers in een gecontroleerde setting. In de overige gevallen ging het om mensen die 'in het veld' getaserd zijn. Hierbij gaat het in 90% van de gevallen om mannen met een gemiddelde leeftijd van 30 tot 32 jaar oud. De meeste van hen waren onder invloed van alcohol of drugs, of er was psychiatrische comorbiditeit. De onderzoeksgroepen van de experimentele studies en de situatie in het veld verschillen dus aanzienlijk van elkaar.

Wat betreft gezondheidseffecten zijn er verschillende aspecten die bestudeerd worden. Er zijn geen afwijkingen gevonden voor niveaus van serum troponine, ECG's, en ademhaling. Iemands hartslag neemt wel toe door Taser, maar effecten op de bloeddruk zijn inconsistent. Er wordt vaak wel een kleine toename in lactaat gemeten, en een kleine afname in de zuurgraad in het bloed, maar dit betreft minder uitgesproken verschillen dan die plaatsvinden na een normale heftige fysieke inspanning. Ook is er sprake van een kleine toename in spierenzym. In de gevallen waar sprake was van overmatige afbraak van spieren (rhabdomyolyse) is het maar de vraag of dit resultaat echt te wijten is aan Taser: er is vaak sprake van andere factoren die hier mogelijk aan bijdragen, zoals extreme opwinding, extreme uitputting, of drugsgebruik.

Verder worden er nog verschillende secundaire effecten genoemd, zoals verwondingen door een val tijdens blootstelling aan Taser, of simpelweg wondjes doordat de pijltjes van Taser de huid doorboren (en soms ook doordringen in het bot of in spieren). Er wordt echter ook onderkend dat de prevalentie van significante secundaire verwondingen waarschijnlijk heel erg laag is.⁴⁶ De rol van Taserblootstelling bij acute sterfgevallen is volgens de auteurs gebaseerd op speculatie. Voor gezonde personen lijkt het risico nihil te zijn.

De conclusie van deze systematische review is dat de hoeveelheid wetenschappelijke literatuur van voldoende kwaliteit zeer beperkt is, met name waar het gaat om onderzoek bij risicogroepen (acute psychiatrie, zwangeren). Dergelijk onderzoek is alleen al om ethische redenen onmogelijk.

⁴⁶ Bozeman WP, Barnes DG, Jr., Winslow JE, 3rd, Johnson JC, 3rd, Phillips CH, Alson R. Immediate cardiovascular effects of the Taser X26 conducted electrical weapon. *Emergency medicine journal* : EMJ. 2009; 26:567-70.

De review in het huidige onderzoek sluit ons inziens het best aan op die van Pasquier en heeft grotendeels dezelfde resultaten, omdat de hoofdmoot van de gevonden studies afkomstig is uit de jaren 2007-2012. Deze studies betreffen daarom ook vaak oudere modellen Taser die minder 'veilig' waren dan het huidige model, de X2. De huidige review is robuust door de gebruikte methodologie en vult de periode 2011-2019 aan.

Speciale vermelding verdient de review van Azadani (2011). Van de 50 gevonden artikelen werden er 23 gefinancierd door fabrikant Axon. Na weging wordt geconstateerd dat resultaten veel positiever zijn over de veiligheid van Taser gebruik (een odds van 18!). Deze bevinding wordt in vele artikelen erna geciteerd, verband houdend met een gevoel van onbehagen over belangenverstrengeling. Van de 28 reviews die wij aanvankelijk vonden zijn er 5 op enigerlei wijze gerelateerd aan de fabrikant, waarvan drie systematisch (Kunz, allen 2018).

Naast reviews zijn er ook rapporten. De belangrijkste hiervan is die van Holder, Robinson & Laub in opdracht van het National Institute of Justice ('Study of deaths following electro muscular disruption', 2011). Panels van medici beoordeelden de literatuur over verschillende effecten op de gezondheid van Taser blootstelling en de mogelijke bijdrage aan sterfte. Een van de conclusies is dat veldstudies uitwijzen dat kortdurende, eenmalige blootstelling (5-15 seconden) in de meerderheid van de gevallen veilig is. Het risico op sterfte is 0,25%, waarbij de blootstelling aan Taser dan mogelijk één van de factoren is.

Bijlage C Inclusiecriteria

Tabel 1. Gedetailleerde beschrijving inclusie- en exclusiecriteria

Specificaties Inclusie-/Exclusie-criteria	
Publicatiekenmerken	Criterium
Publicatietaal	Engels Nederlands, Duits, Frans, Spaans.
Publicatie status	Individuele studies gepubliceerd) in een peer-reviewed tijdschrift, als een fundamenteel/minimum criterium voor de kwaliteit en validiteit. Studies die alleen gerapporteerd worden in boeken, rapporten (zonder peer-review), congres proceeding/abstracts, dissertaties en protocollen zonder eigen resultaten, worden geëxcludeerd. In het geval van “dubbele” publicaties/meerdere artikelen op basis van dezelfde data includeren we de oorspronkelijke publicatie.
Publicatieperiode	01/2000 – 04/2019
Studiekenmerken	Criterium
Studie ontwerp	Geen beperking: Case studies (1 persoon als steekproef) worden geïnventariseerd maar niet geïnccludeerd in de resultaten/conclusies.
Studiepopulatie	Geen beperking (zowel gezonde mensen als patiënten met specifieke stoornissen ongeacht achtergrond). Studies met dieren worden geëxcludeerd.
Gezondheidsuitkomst	Geen beperking.
Meetinstrument gezondheidsuitkomsten	Zelfgerapporteerde en vastgestelde/geregistreerde klachten en aandoeningen, als fysiologische metingen. Studies die geen specifieke gezondheidsuitkomsten evalueren als onafhankelijke variabele in relatie tot Taser-blootstelling worden geëxcludeerd.
Aanwezigheid van somatische en psychische (co-)morbidity	Geen beperking.
Leeftijd	Geen beperking.
Steekproefgrootte	Geen beperking.
Blootstelling	Criterium
Type blootstelling	Alleen studies gericht op Tasers [alle modellen Taser en Axon, in het bijzonder M26, X26(P), X3, X2, XREP en ook meer recente modellen] worden geïnccludeerd. Studies over stroomstootwapens die niet tot de Taser-classificatie behoren, zoals “stun guns”, “batons”/”prods” en riemen die een elektrische schok door direct contact bedienen, worden geëxcludeerd.
Studiekwaliteit / Risico op bias	Criterium
Risico op bias en algemene studiekwaliteit	Geïnccludeerde studies worden geëvalueerd op basis van een gemodificeerde versie van het AXIS-instrument (Downes et al., 2016, Socolo et al., 2018).

Bijlage D Kwaliteitsassessment

De gemodificeerde* AXIS-vragenlijst ter kwaliteitsbeoordeling**

Introduction

1. Clear definition of objectives/ aims?

Methods

2. Study design appropriate for the stated aims?

3. Was the sample size justified?

4. Target population clearly defined (appropriate population base/unbiased sampling)?

5. Risk factor and outcome variables measured correctly using instruments that had been trialled, piloted or published previously?

6. Methods (including statistical methods) sufficiently described to enable them to be repeated?

7. Was an attempt made to blind those measuring the main outcomes of the intervention? (voor alle experimentele studies)

8. Were study subjects randomised to intervention groups? (voor gecontroleerde studies)

Results

9. Were the results for analysis described in the methods, adequately presented?

10. Were the authors' discussions and conclusions justified by the results?

Disussion

11. Were the limitations of the study discussed?

12. Was ethical approval or consent of participants attained?

*AXIS Quality assessment tool⁴⁷, modified based on Socolo et al., 2018.⁴⁸

** The total quality score can vary between 0 and 10 where 0-4 = (Low); 5-7 = (Moderate) and 8-10 = (High). For Controlled trials (CTs) two extra items were used (7, 8)⁴⁹ and the total score is adjusted accordingly: 0-6 = (Low); 7-9 = (Moderate) and 10-12 = (High). For experimental studies/interventions without a control group, one extra item is used (7) and the total score is adjusted accordingly: 0-5 = (Low); 6-8 = (Moderate) and 9-11 = (High).

⁴⁷ Downes MJ, Brennan ML, Williams HC, Dean RS. Development of a critical appraisal tool to assess the quality of cross-sectional studies (AXIS). BMJ open. 2016;6:e011458.

⁴⁸ Socolo H, Chimbari M, Kalinda C. Knowledge, attitudes and practices on Schistosomiasis in sub-Saharan Africa: a systematic review. BMC infectious diseases. 2018;18:46.

⁴⁹ Downs SH, Black N. The feasibility of creating a checklist for the assessment of the methodological quality both of randomised and non-randomised studies of health care interventions. Journal of Epidemiology & Community Health. 1998;52:377-84.

Bijlage E Case Studies

Tabel 1. Case studies: Gezondheidsproblemen na blootstelling aan Taser

Soort klachten		Aantal
Oogklachten	Penetratie van oog(regio) door darts	37
Hart	Boezemfibrilleren, ventrikelfibrilleren, hartinfarct, pijn op de borst, asystole, myocardial capture, tachycardie	26
Huidklachten	Verbranding van de huid, steekwond	23*
Neurologisch	Zestien maal trauma/letsel aan het hoofd (doordat de persoon viel toen hij getaserd werd), in 8 gevallen geleid tot de dood, in 8 gevallen 'waarschijnlijk' geleid tot de dood Eénmaal epileptische klachten	19**
Schedel	Penetratie van de schedel door dart	10
Bewegingsapparaat	Fracturen verschillende lichaamsdelen, overmatige afbraak spieren	10
Luchtwegen	Lucht tussen de longen, klaplong	2
Keelholte	Perforatie keelholte door dart	1
Geslachtsorganen man	Penetratie door dart	1
Overig	Delier/Opwinding	1

* waarvan 22 uit één studie

** waarvan 16 uit één studie

Case studie met veronderstelde 'taserdoden'

Strote & Hutson (2006) analyseerden case studies van vermoedelijk Taser-gerelateerde sterfgevallen. Zij zochten online naar artikelen met zogenaamde 'Taser deaths' in de periode 2001 tot 2005 in de Verenigde Staten. Van de 75 nieuwsartikelen die zij vonden, konden ze in 37 gevallen autopsierapporten verkrijgen. In zes van die 37 autopsierapporten werd Taser een 'potential cause' van de sterfte genoemd, en in vier rapporten een 'contributory cause'. In 29 van de 37 gevallen werd drugsgebruik gedetecteerd, en in 19 van de gevallen was sprake van hart- en vaatziekten. Wat de overlap is tussen deze twee aspecten en de zogenaamde geïdentificeerde Taserdoden is niet bekend. Het kan dus zo zijn dat de 10 gevallen waarin Taser potentieel een (bijdrage aan de) oorzaak van de sterfte was, tevens cases zijn die leden aan hart- en vaatziekten en/of drugs gebruikt hadden. Zoals eerder beschreven⁵⁰ twee factoren die door Taser International als risicofactoren aangemerkt worden. Daarentegen kan het ook zo zijn dat deze tien gevallen wel honderd procent gezond waren. Het is dus zaak de resultaten van Strote & Hutson met enige zorgvuldigheid te interpreteren, maar voor de volledigheid van dit huidige onderzoeken moeten deze resultaten wel gerapporteerd worden.

⁵⁰ In de inleiding, taser waarschuwing

Een overzicht van de evidentie van de case studies met alle potentiële sterfgevallen potentieel toegeschreven aan Taser is weergegeven in Tabel 3.

Tabel 3. Evidentie van gerapporteerde links tussen sterfte en blootstelling aan Taser

Studie	Case(s)	Evidentie in de dataselectie?
Strote & Hutson (2006)	41 autopsierapporten waarin de Taser een mogelijke oorzaak of bijdragend aan de oorzaak van het sterfgeval is (vaak sprake van drugsgebruik en/of hart- en vaatziekten)	Geen evidentie
Kroll (2016)	16 gevallen waarin fataal hersenletsel door een val <i>mogelijk</i> werd veroorzaakt door Taserblootstelling	Geen evidentie
Zipes (2012) & (2014)	7 gevallen waarin hartritmestoornissen optraden wat leidde tot de dood	Geen evidentie
Naunheim (2010)	Ventrikelfibrilleren (17 jaar, man, alcohol- en cannabisgebruik)	Geen evidentie
Swerdlow (2009)	4 gevallen van ventrikelfibrilleren	Geen evidentie
Kroll (2014)	1 sterfgeval 4 minuten na blootstelling aan Taser (17 jaar, alcohol- en cannabisgebruik)	Geen evidentie

Bijlage F Descriptieve studies

Tabel 1. Inventarisatie van descriptieve studies

Auteurs	Model Taser	Hoofdbevindingen
Becour et al., 2013*	X26	N=46 casussen van Taser-gerelateerde ziekenhuisopnames. Geen opnames op de Intensive Care, geen sterfgevallen, wel ernstige wonden aan de bovenarm/hand. De impact van elektrische impuls betrof vooral de borst en buik.
Bozeman et al., 2008 & 2012**	Verschillende modellen (vooral X26)	N=1201. In 99,75% van de gevallen geen of enkel oppervlakkige verwonding (door penetratie van de pijltjes). In 3 gevallen was er significant letsel.
Coombs et al., 2019	Niet gespecificeerd	Mensen met Taser-gerelateerde wonden hadden minder medische procedures, lagere zorgkosten en een korter zorgverblijf in vergelijking met patiënten die door een politiehond gewond raakten.
DeLone & Thomson, 2009	Verschillende modellen	N=26. 77% is één keer getaserd door de politieagent. Geen enkele verdachte is meer dan 3 keer getaserd. In één incident liep de verdachte een gebroken schedel op als gevolg van een val na een achtervolging.
Eastman et al., 2008	X26	N=426. Gemiddelde blootstellingsduur was 8,6 seconden (SD=5,9). Eén verdachte (onder invloed van cocaïne) had binnen 2 uur na blootstelling (2 x 5 sec.) last van ernstige toxische hyperthermie en overleed uiteindelijk. In alle andere gevallen geen ernstige problemen.
El Sayed et al., 2019	Niet gespecificeerd	In 1:200.000 gevallen was voor het verwijderen van de Taser-pijltjes het ziekenhuis nodig
Feldman et al., 2017	Verschillende modellen	Onder N=991 casussen van politie-gerelateerde sterfgevallen was Taser de tweede meest voorkomende oorzaak (46/991; 4,6%).
Gardner et al., 2012	Verschillende modellen (vooral X26)	Er zijn geen gevallen met significante verwondingen (botbreuken, verlies van ledematen, hartritmestoornissen). 1:5 kende milde verwondingen (kneuzingen, schaafwonden), in meerderheid oppervlakkige huidwonden
Haileyesus et al., 2015	Niet gespecificeerd	11 op de 100 gevallen van niet-

Auteurs	Model Taser	Hoofdbevindingen
		dodelijke verwondingen behandeld in een ziekenhuis komen door Taser. Vaakst huidwonden of kneuzingen.
Jenkinson et al., 2006	M26	Aantal wonden/bleesures door Taser was lager in vergelijking met wonden door pepperspray, knuppels of politiehonden.
Lee et al., 2009	Verschillende modellen	Politiedossiers van 126 politie-eenheden. In het eerste jaar na ingebruikname van Taser steeg het aantal plotselinge sterfgevallen in zesvoud, het aantal doden door vuurwapengebruik nam ook twee- tot drievoudig toe (in vergelijking met het gemiddelde van de voorgaande vijf jaren). Binnen twee tot vijf jaar na introductie daalden die aantallen weer tot pre-taser waarden.
Swerdlow et al., 2009	Verschillende modellen (vooral X26)	N=200 plotselinge sterfgevallen. 118 personen zakten binnen 15 minuten na blootstelling ineen; 4 personen binnen 1 minuut, en 51 personen na meer dan 1 minuut. Eén patiënt zakte direct na blootstelling ineen, en was het enige sterfgeval (als gevolg was van Taser-geïnduceerd ventrikelfibrilleren)
Strote et al., 2010a	Taser M26 & X26	Significante verwondingen door Taser komen maar weinig voor; in 1:288 gevallen wordt een persoon nader onderzocht in verband met een Taser-gerelateerde verwonding.
White & Ready et al., 2009	Verschillende modellen	Op basis van een “inhoudsanalyse” van 521 kranten (188 artikelen over Taser-gerelateerde sterfgevallen), zijn potentiële risicogroepen geïdentificeerd. Dit zijn mensen onder de invloed van drugs, verwarde personen, en degenen die herhaaldelijk getaserd werden.
White et al., 2012	Verschillende modellen	N=400 casussen van politie-gerelateerde sterfgevallen; zowel media als medische rapporten werden gebruikt als databron; 19% van de media-artikelen noemden Taser als de doodsoorzaak (N=5) of als bijdragende factor (N=40). Taser werd in twee gevallen vermeld als de primaire doodsoorzaak. Geen van de artikelen beschreef Taser als de enige doodsoorzaak. Geneesmiddelen, hartgerelateerde problemen en delirium werden als de primaire

Auteurs	Model Taser	Hoofdbevindingen
		doodsoorzaak genoemd in 75% van de medische rapporten.

* Substantiele overlap met Becour et al., 2012.

** Dezelfde populatie & uitkomstmaten