

# Neurologiske symptomer og lidelser efter strømskade: Et registerbaseret, matchet kohortestudie

Kent J. Nielsen, Ole Carstensen, Anette Kærgaard, Jesper Medom Vestergaard, Karin Biering

Offentliggjort: 2. marts 2022 • <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0264857>

## Resumé

### Introduktion

Elektriske stød kan have neurologiske konsekvenser for de tilskadede. Selvom litteraturen om de neurologiske konsekvenser af elektriske stød er begrænset af retrospektive designs, casestudier og studier af udvalgte patientgrupper, tilvejebringer tidligere forskning samme beviser for en forbindelse mellem elektriske stød og sygdomme og symptomer i centralnervesystemet (CNS) (f.eks. epilepsi, migræne og svimmelhed) og det perifere nervesystem (PNS) (f.eks. tab af følelse, neuropati og muskelsvaghed). Dette studie sigter imod at anvende et registerbaseret, matchet kohortestudie til at efterforske, om personer har en større risiko for neurologiske lidelser og symptomer i centralnervesystemet eller det perifere nervesystem i årene efter en strømskade.

### Materialer og metoder

Vi identificerede 14.112 strømskader over en periode på 19 år i to danske registre, og matchede disse med tre forskellige grupper af personer i et prospektivt matchet kohortestudie: (1) patienter med forvridnings-/forstuvningsskader, (2) patienter med øjenskader og (3) personer ansat i samme erhverv. Året, hvor skaden indtraf, såvel som køn og alder blev brugt som matchende variable. De resultater, vi identificerede, omfattede neurologiske lidelser og symptomer fra centralnervesystemet eller det perifere nervesystem, der omfattede en række diagnoser i det danske nationale patientregister. Sammenhængene blev analyseret ved hjælp af betinget logistisk regression for en række tidsintervaller (fra seks måneder til fem år) og betinget Cox-regression til analyser af den komplette opfølgingsperiode (op til 20 år).

### Resultater

For ofre for elektrisk stød inkluderede de følgetilstande i centralnervesystemet, vi identificerede, en øget risiko for *epilepsi, konvulsioner, unormale ufrivillige bevægelser, hovedpine, migræne og svimmelhed*. Vi identificerede også en uvis, øget risiko for *spinal muskelatrofi og dystoni*, mens vi ikke identificerede nogen øget risiko for *Parkinsons sygdom, essentiel tremor, multipel sklerose eller andre degenerative sygdomme i nervesystemet*. For ofre for elektrisk stød omfattede de følgerikninger på det perifere nervesystem, som vi identificerede, en øget risiko for *forstyrrelser i hudens følesans, mononeuropati i arm eller ben samt nerverods- og plexusforstyrrelser*. Vi identificerede også en usikker, øget risiko for *lidelser i ansigtsnerven, anden mononeuropati og polyneuropati*.

### Konklusion

Vores resultater bekræfter, at strømskader øger risikoen for flere neurologiske lidelser og symptomer i centralnervesystemet eller i det perifere nervesystem i årene efter skaden. Oftest bliver sygdommene og symptomerne diagnosticeret inden for de første seks måneder efter skaden, men en forsinkelse på op til 5 år kan ikke udelukkes for de samme symptomer og diagnoser. De samme lidelser var sjældne i vores population, hvilket begrænsede vores evne til at identificere sammenhænge, og det berettiger til forsigtig fortolkning af resultaterne. Derfor er yderligere studier nødvendige for at bekræfte vores resultater, ligesom studier, der undersøger de tilgrundliggende mekanismer, der skaber sammenhængene.

**Citation:** Nielsen KJ, Carstensen O, Kærgaard A, Vestergaard JM, Biering K (2022) Neurological symptoms and disorders following electrical injury: A register-based matched cohort study. PLoS ONE 17(3): e0264857. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0264857>

**Redaktør:** Kjell Toren, University of Gothenburg: Göteborgs Universitet, SVERIGE

**Modtaget:** 27. oktober 2021; **Accepteret:** 17. februar 2022; **Offentliggjort:** 2. marts 2022

**Copyright:** © 2022 Nielsen et al. Dette er en open access-artikel, der distribueres under betingelserne i [Creative Commons Attribution License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/), som tillader ubegrænset brug, distribution og reproduktion i ethvert medium, forudsat at den oprindelige forfatter og kilde krediteres.

**Datatilgængelighed:** De data, der ligger til grund for de resultater, der præsenteres i studiet, ejes af Danmarks Statistik. Kun danske forskere får tilladelse til Danmarks Statistik. Udenlandske forskere kan dog få adgang til mikrodata gennem en tilknytning til et dansk autoriseret miljø. Dataene er tilgængelige ved ansøgning til Danmarks Statistik (<https://www.dst.dk/en/TilSalg/skraeddersyede-loesninger>). Forfatterne har ikke haft særlige adgangsprivilegier, som andre ikke ville have, hvis de var autoriseret af Danmarks Statistik. Yderligere henvendelser kan sendes til [dst@dst.dk](mailto:dst@dst.dk).

**Finansiering:** KB, OC, AK JMV og KN har modtaget støtte fra Arbejdsmiljøforskningsfonden, bevillingsnummer 22-2017-09, [www.amff.dk](http://www.amff.dk). Støttegiverne har ikke haft nogen rolle i studiets design, dataindsamling og -analyse, beslutningen om at publicere eller udarbejdelsen af manuskriptet.

**Konkurrerende interesser:** Forfatterne har erklæret, at der ikke er nogen konkurrerende interesser.

## Introduktion

Elektriske stød kan både have alvorlige umiddelbare konsekvenser, som f.eks. forbrændinger eller hjertestop forårsaget af strømmen, og alvorlige sekundære fysiske skader, f.eks. forårsaget af at falde eller blive kastet tilbage af stødet. Disse alvorlige, umiddelbare konsekvenser er måske de mest bemærkelsesværdige og velkendte, men elektriske stød kan også have både umiddelbare og

forsinkede neurologiske konsekvenser [1, 2]. Det er det, der er i fokus i denne artikel, som undersøger risikoen for at udvikle tilstande og symptomer i det centrale (CNS) eller perifere nervesystem (PNS) i årene efter en strømsskade.

Tidligere forskning har givet blandede beviser for en sammenhæng mellem elektriske stød og sygdomme og symptomer i centralnervesystemet. For eksempel rapporterede en gennemgang af litteraturen, der primært var baseret på casestudier og patientgrupper fra brandsårsafdelinger, en sammenhæng mellem elektriske stød og en øget risiko for epilepsi, Parkinsons sygdom og amyotrofisk lateral sklerose (ALS), som først viste sig et godt stykke tid efter det elektriske stød [2]. Et case-kontrolstudie, der brugte en kombination af jobeksponeringsmatricer og retrospektiv, selvrapporteret eksponering, bekræftede dog ikke nogen øget risiko for Parkinsons sygdom [3]. Et dansk registerbaseret studie, der fulgte alle personer, som havde anmeldt en strømsskade til Sikkerhedsstyrelsen mellem 1968 og 2008, fandt desuden ingen øget risiko for ALS, multipel sklerose, Parkinsons eller Alzheimers sygdom under opfølgningen, mens der blev fundet en øget risiko for migræne, svimmelhed og epilepsi, baseret på standardiserede hospitalsindlæggelsesrater [4]. Flere andre symptomer relateret til CNS, såsom hovedpine, generel træthed og tremor, er blevet rapporteret som følge af elektriske stød [1, 5-11].

Forskning har også indikeret en forbindelse mellem elektriske stød og tilstande og symptomer i det perifere nervesystem (PNS), selvom ætiologien bag denne mulige forbindelse er omdiskuteret [2, 6]. Manifestationerne kan være kroniske PNS-symptomer, der følger efter stødet, såsom neuropatiske smerter, tab af følelse, paræstesi og muskelsvaghed [8, 12]. Et dansk kohortestudie fandt en øget risiko for perifer nervesygdom efter elektrisk stød sammenlignet med forekomsten i den generelle population [4], og i et canadisk multicenterstudie af tidligere indlagte patienter med elektrisk stød rapporterede 9 % muskelsvaghed, 6 % prikken i ekstremiteterne og 9 % følelsesløshed i lemmerne ved etårsopfølgningen [10]. Desuden viste et retrospektivt studie af 311 elarbejdere, der havde fået en strømsskade, at 20 personer rapporterede om neurologiske følger, hvoraf perifere nervøse forstyrrelser udgjorde 90 % [13]. Studier fra brandsårsafdelinger rapporterer en større andel af perifer neuropati efter elektriske forbrændinger sammenlignet med ikke-elektriske forbrændinger, og at højspændingsskader tegnede sig for de fleste af dem [14, 15]. Flere artikler opdeler disse skader i lav- og højspændingsskader som et mål for alvorlighedsgraden. Dette er dog sandsynligvis forsimplet, da mange andre faktorer, såsom varighed, strømtype, modstand i vævet i strømmens bane og omgivelsernes fugtighed, er afgørende for konsekvenserne af stødet [1, 6].

Generelt er litteraturen om de neurologiske konsekvenser af elektriske stød begrænset af retrospektive designs, casestudier og studier af udvalgte patientgrupper, som er udsatte for genkaldelses- og/eller udvælgelsesfejl. Desuden er der mangel på sammenligningsgrupper, så kasuistiske og deskriptive kohortestudier dominerer feltet, hvilket også afspejles i anmeldelserne [1, 2].

Dette studie sigter imod at anvende et registerbaseret, matchet kohortestudie til at efterforske, om personer har en større risiko for neurologiske lidelser og symptomer i centralnervesystemet eller det perifere nervesystem i årene efter en strømsskade.

## Materialer og metoder

### Materialer

Dette studie var et matchet kohortestudie baseret på skader registreret i to populationsbaserede registre: Landspatientregisteret (LPR) og registeret over anmeldte arbejdsskader fra Arbejdstilsynet (AT). Desuden indgik data fra andre populationsbaserede registre i Danmarks Statistik, som beskrives nærmere i det følgende.

LPR dækker alle hospitalskontakter i Danmark, herunder oplysninger om diagnoser og procedurer for både indlagte og ambulante patienter samt skadestuebesøg [16, 17]. Obligatorisk registrering af ulykker i LPR startede i 2000. Før det blev ulykkeskoden DT754 nogle gange brugt, men ikke nødvendigvis, hvis hovedproblemet efter ulykken var noget andet, som f.eks. en forbrænding eller bevidstløshed. LPR begyndte at bruge ICD-10-koder i 1994, og vi havde data, der gik til slutningen af 2016.

AT-registeret indeholder arbejdsskader rapporteret af arbejdsgivere, arbejdstagere, fagforeninger og sundhedspersonale. I Danmark er det obligatorisk for arbejdsgivere at anmelde enhver arbejdsskade, der medfører sygefravær, senest dagen efter skaden. AT-registeret eksisterer for at støtte erstatningskrav, men rapporteringssystemet er også designet til at give et overblik over arbejdsskader [18]. Danmarks Statistik leverede oplysninger om skader fra AT-registeret fra 2005 til 2017.

Den analyserede periode omfattede registrerede danske strømsskader fra 1994 til 2016, og vi inkluderede strømsskader fra 1996 til 2014 i vores analyse, så der var mindst to år forud for skaden, hvor der ikke var tegn på de ønskede følgevirkninger, og mindst to år efter skaden, hvor følgevirkningerne kunne udvikle sig.

Danmarks Statistik er den centrale myndighed for danske registre og statistikker. De emner, der dækkes, omfatter befolkningsregistret, som omfatter flytninger inden for og til/fra Danmark, og nationalitet [19, 20]. Danmarks Statistik vedligeholder også beskæftigelses- og brancheregistre baseret på registrene over arbejdsgivere/virksomheder og skatteydere i Danmark [21] og dødsregistret [22]. Skadesregistrene fra LPR og AT blev knyttet til Danmarks Statistik ved hjælp af de unikke personlige identifikationsnumre (CPR-nummer) og skadesdato/år. Hver dansk statsborger og registreret migrantarbejder har et unikt CPR-nummer, der forbinder hver person med demografiske og arbejdsrelaterede registre [23]. CPR-nummeret er krypteret for forskere, så enkeltpersoner ikke kunne identificeres.

Deltagernes erhverv blev bestemt ud fra det registerbaserede arbejdsstyrkestatistikregister (RAS) hos Danmarks Statistik ved hjælp af DISCO-koder. DISCO er den officielle danske version af International Standard Classification of Occupations, (ISCO), udarbejdet af International Labor Organization (ILO) [21]. Aktual arbejdsstatus blev også udledt fra RAS-registeret for at definere personer fra den arbejdende population (beskæftigede, selvstændige og medhjælpende ægtefæller, i modsætning til arbejdsløse, pensionerede, studerende eller på anden måde ikke i arbejde).

### Metoder

#### Deltagere

LPR gjorde det muligt for os at identificere patienter med strømsskadediagnoser (ICD10), (DT754, EUHA10 og EUYZ203), der var relateret til kontakt med et hospital. DT754-koden blev brugt i hele den undersøgte periode, mens de to ulykkeskoder (EU\*) kun er blevet brugt siden 2000, hvor der blev oprettet et separat skaderegister, som efterfølgende blev inkluderet i LPR. Både hospitalsindlæggelser og ambulante besøg blev inkluderet.

I AT-registret blev personer med strømskader identificeret ud fra oplysninger om årsagen til skaden. To forskellige koder definerede eksponeringen: »Akut/kortvarig eksponering for svejsebue eller elektrisk lysbue« og »Akut/kortvarig eksponering for elektricitet eller påvirkning af elektrisk ladning i kroppen«.

Hvis en skade var registreret i begge registre (+/-7 dage), blev kun den første registrering brugt, uanset hvilket register den optrådte i.

#### Andre variabler.

Køn, alder og erhverv på tidspunktet for matchning til dette studie blev udledt fra Danmarks Statistik, ligesom datoen for udvandring eller død, hvis det var relevant. Vi registrerede, om patienten var en del af arbejdsstyrken på skadestidspunktet. Hvis skaden blev identificeret i LPR, var den ikke nødvendigvis arbejdsrelateret, mens alle skader i AT-registret var arbejdsskader.

Til følsomhedsanalyser beregnede vi den samlede indlæggelsestid, inklusive tid på skadestuen, og udledte diagnoserne hjernerytelse (S06.0) og diabetes (E10-E14) fra LPR. Ikke alle skader fra AT kunne tildeles en indlæggelsestid, hvis vi ikke kunne identificere nogen hospitalskontakt på tidspunktet for skaden (+/-7 dage).

#### Matchning.

Hver person blev matchet på tre forskellige måder med personer fra den samme datakilde (LPR eller AT).

*Match 1 – forvriddning/forstuvning.* Strømskadede personer blev matchet med op til ti andre personer med en forvriddning/forstuvning (DS93 i LPR og 'forstuvninger' i AT-registret).

*Match 2 – øjenskade.* Strømskadede personer blev matchet med op til ti andre personer med en øjenskade (DT15 i LPR). Vi kunne ikke identificere øjenskader i AT-registret.

Matchningsvariablerne var køn, skadesår og alder. For alle matches blev matchpersonerne valgt tilfældigt, hvis der var mere end ti tilgængelige pr. person. Denne randomisering gjorde det muligt for den samme person at være matchperson for mere end én strømskade, men kun i det pågældende år, da kun den første hændelse blev brugt. Hvis en person havde både en strømskade og en forvriddning/forstuvning inden for det samme år, kunne personen ikke matches med sig selv. Hvis det var umuligt at matche den nøjagtige alder, identificerede algoritmen den nærmeste person i alder inden for den samme 5-års aldersgruppe, men af samme køn og skadesår.

Diagnoserne forvriddning/forstuvning og øjenskade blev valgt, da de er hyppige og ikke mistænkes for at forårsage de typer af udfald, der undersøges.

*Match 3 - Erhverv.* Patienter med strømskade blev matchet med op til ti andre personer fra den arbejdende population med samme erhvervsgruppe, køn og alder. Patienten og matchpersonerne var i arbejde på tidspunktet for matchningen. Den strømskade, der er registreret i LPR, kan dog være sket uden for arbejdet. Matchpersonerne fik en fiktiv skadesdato baseret på deres matchpersons skade for at kunne identificere udfald før og efter et bestemt tidspunkt. Formålet med dette match var at tage højde for, at personer med bestemte erhverv kunne have højere risiko for udfald, vi undersøgte, på grund af socioøkonomiske faktorer eller anden erhvervsrelateret eksponering end elektriske stød.

Hvis en person havde oplevet mere end én strømskade i løbet af den undersøgte periode, blev kun den første skade medtaget i dette studie. En person, der havde oplevet en strømskade, var kvalificeret som matchperson før og efter observationsperioden (to år før og efter skaden). Således kunne en person være en del af datasættet mere end én gang, hvis tidsperioderne var adskilte. Personer med en skade, som ikke kunne matches med mindst én matchperson, blev ekskluderet.

I erhvervsmatchet blev personer med en skade registreret i AT alle defineret som en del af den erhvervsaktive population, da deres skade var sket, mens de arbejdede. Men ikke alle blev defineret som en del af arbejdsstyrken i Danmarks Statistik, sandsynligvis fordi de havde oplevet strømskaden i et deltidsjob (studerende, praktikanter eller pensionister). Det betyder, at 175 personer med en skade registreret i AT ikke kunne matches i erhvervsmatchet, men kun i skadematchet med forvriddnings-/forstuvningsskader som kontrol.

#### Resultater.

Vi udvalgte en lang række mulige følgevirkninger som udfald baseret på litteraturen, herunder anmeldelser, originalstudier og case-rapporter, og erfaringer fra klinisk praksis på vores arbejdsmedicinske afdeling. Disse resultater blev undersøgt et efter et. Udfaldene relateret til CNS med en ICD-10-diagnose var: Spinal muskelatrofi og relaterede syndromer (G12, G13), Parkinsons sygdom (G20, G21, G22), Dystoni (G24), Essentiel tremor (G25.0), Andre degenerative sygdomme i nervesystemet (G31, G32), Multipel sklerose (G35), Epilepsi (G40, G41), Migræne (G43), Hovedpine (G44, R51), Svimmelhed (H81, H82, R41), Konvulsioner, ikke klassificeret andetsteds (R56) og Unormale ufrivillige bevægelser (R25).

Udfaldene relateret til PNS var: Lidelser i ansigtsnerver (G50, G51), nerverods- og plexusforstyrrelser (G54, G55), mononeuropati, arm (G56), mononeuropati, ben (G57), anden mononeuropati (G58, G59), polyneuropati (G62, G63, G64) og forstyrrelser af hudens følesans (R20).

#### Statistiske metoder.

Vi sammenlignede de matchede grupper ved hjælp af betinget logistisk regression for en række tidsperioder (seks måneder til fem år). Vi foretog også en betinget Cox-regression for analyser af hele opfølgingsperioden, herunder en undergruppeanalyse for match 1 og 2 med personer, der var en del af arbejdsstyrken på skadestidspunktet. Vi testede antagelsen om proportional hazard med Schoenfelds residualtest. For at forenkle dataanalyserne og maksimere den statistiske styrke analyserede vi hver diagnose individuelt og så ikke på forskelle i diagnosemønstre for enkeltpersoner eller fulgte diagnoseforløbet for enkelte patienter eller grupper af patienter. Hvis personer (både strømskadepatienter og matchpersoner) var registreret med det pågældende udfald før matchdagen, blev de ekskluderet. Dette blev gjort separat for hvert udfald for at beholde personerne i datasættet for at undersøge de andre udfald. Hvis en patient med strømskade blev ekskluderet, blev alle deres matchende kontroller også ekskluderet, mens matchende personer blev ekskluderet individuelt, så de resterende matchende personer og den eksponerede person blev i datasættet. Det betyder, at studiets materiale var forskelligt for hver analyse af et specifikt resultat. Disse tal er præsenteret i [Tabel 1](#).



**Tabel 2. Sammenhænge mellem strømskader og udfald for hele studieperioden og i tidsintervaller (strømskader matchet på tre forskellige måder).**  
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0264857.t002>

For diagnoserne relateret til centralnervesystemet fandt vi klare mønstre af sammenhæng med tidligere strømskader for *epilepsi*, *migræne*, *hovedpine* og *svimmelhed* på tværs af næsten alle matchgrupper og tidsperioder med odds ratios på omkring 1,5 til 2,0 og lignende hazard ratios i tid-til-hændelse-analyserne (Tabel 2). Sammenhængsmønstrene var lidt mindre klare for *krampes* og *unormale ufrivillige bevægelser*, men viste generelt odds ratios mellem 2,0 og 4,0 og hazard ratios på ca. 1,5 til 2,0 i tid-til-hændelse-analyserne. Vi fandt en sammenhæng med *spinal muskeltrofi* med høje odds ratios i match 2 ved 6 og 12 måneder, men dette var baseret på meget få tilfælde. Dette var også tilfældet for *dystoni*, hvor tid-til-hændelse-analysen viste en hazard ratio på omkring 2 i match 1 og 3, mens der ikke var nogen sammenhæng i analyserne af specifikke tidsperioder. For begge disse diagnoser er sammenhænge således usikre på grund af det lille antal tilfælde, der var til rådighed for analyserne. Vi fandt ingen sammenhænge mellem strømskader og *Parkinsons sygdom*, *essential tremor*, *multipel sklerose* eller *andre degenerative sygdomme i nervesystemet*, som også var sjældne udfald i vores data (se Tabel 1).

For diagnoserne relateret til det perifere nervesystem fandt vi odds ratios på omkring 4 til 6 på tværs af matchgrupper for *forstyrrelser af hudens følesans* i de første 6 måneder efter en strømskade, som faldt på senere tidspunkter. Sammenhængsmønstret var nogenlunde det samme for *nerverods-* og *plexusforstyrrelser*, hvor odds ratioerne var omkring 3 til 5 på tværs af matchgrupper efter 6 og 12 måneder og faldt i analyserne af længere tidsperioder, mens der ikke blev set nogen øget risiko i tid-til-hændelse-analysen. Vi fandt også en øget risiko for *mononeuropati* i arm eller ben. For *mononeuropati i armen* blev den øgede risiko identificeret i match 1 og 3, men ikke i match 2. Der var odds ratios på 1,7 til 2,0 efter 6 måneder, som faldt til ca. 1,5 på senere tidspunkter, og der var en hazard ratio på ca. 1,3 til 1,4 i tid-til-hændelse-analyserne. *Mononeuropati i benet* var sjældnere, og her identificerede vi den øgede risiko i match 2 og 3, men ikke i match 1. Der var odds ratios på 2,6 til 3,0 ved 6 og 12 måneder, som faldt i analyserne på senere datoer, og der blev ikke set nogen øget risiko i tid-til-hændelse-analysen. For de resterende tre diagnoser relateret til det perifere nervesystem var sammenhængsmønstrene med strømskader mindre sikre, sandsynligvis på grund af tilfældenes sjældenhed. *Anden mononeuropati* viste en øget risiko i tid-til-hændelse-analysen for match 3, med en hazard ratio på 2,9 og en odds ratio på 4,3, med et bredt konfidensinterval ved 3 år. For *lidelser i ansigtsnerv* viste tid-til-hændelse-analysen en øget risiko for match 3, mens der ikke blev set nogen sammenhænge i analyser på specifikke tidspunkter. Tid-til-hændelse-analysen viste ingen øget risiko for *polyneuropati*, men for match 2 og 3 var der en øget risiko efter 2 og 3 år med en odds ratio på ca. 2,0 til 3,0.



## Begrænsninger

Da dette er et registerstudie, er der samme iboende risiko for skævheder, som bør tages i betragtning. Registreringen i LPR er sandsynligvis ufuldstændig, og derfor blev kun en del af strømskaderne registreret. Dette kan indikere underrapportering, især i de første år af den undersøgte periode. Hvis de registrerede typer af strømskader adskiller sig i type, alvorlighed eller varighed fra dem, der ikke er registreret, kan dette forårsage skævheder i en ukendt retning. Selv i dag kan underrapportering være et problem, da detaljeret registrering på skadestuerne kan blive nedprioriteret i akutte situationer. Hvis de strømskader, der ikke blev rapporteret i LPR, var de mest alvorlige, hvor konsekvensen af skaden, såsom en forbrænding, blev registreret og ikke koden for selve strømskaden, kan vi have overset de mest alvorlige skader og dermed undervurderet sammenhængen mellem skaderne og vores udfald. I den del af kohorten, der stammer fra AT-registret, har vi ingen grund til at tro, at der er nogen forskel i rapporteringen på grund af eksponering, selv om antallet af skader faldt over tid, hvilket også er tilfældet med andre typer arbejdsskader [27].

Alvorligheden og andre karakteristika ved strømskaderne blev ikke registreret, da definitionen af en strømskade var baseret på ICD-10-koden i LPR og typen af skade i AT-registret. Andre tidligere studier har skelnet mellem høj- og lavspændingsskader som et mål for alvorligheden. Vi forsøgte at imødegå dette ved at begrænse vores analyse til patienter, der var indlagt i mere end en dag som en proxy for alvorlighed, og fandt, at de fleste estimater af sammenhængen med udfald steg. Dette indikerer, at en skades alvorlighed er positivt relateret til risikoen for at udvikle en lidelse i centralnervesystemet eller i det perifere nervesystem i årene efter skaden. I de fleste tilfælde var hospitalsindlæggelsen meget kort, og en stor del af de strømskader, der blev registreret hos AT, medførte ikke hospitalsindlæggelse eller kun et ambulansbesøg. Definitionen af en arbejdsulykke, der skal registreres hos AT, er en ulykke, der har ført til mindst én dags sygefravær ud over ulykkesdagen, og som dermed har en vis alvorlighed.

De resultater, der anvendes i studiet, er diagnoser fra LPR-registret, som dækker alle hospitalskontakter. Imidlertid ville de samme symptomer og diagnoser, der anvendes i studiet, sandsynligvis ikke kræve en hospitalskontakt, men kunne i stedet håndteres i den primære sundhedssektor. Så det er muligt, at de samme patienter blev set af deres praktiserende læge under opfølgningen og dermed ikke blev registreret i LPR. Et tidligere studie i samme population bekræfter dette, da personer med en strømskade havde en øget risiko for mange kontakter med praktiserende læger i de fem år, der fulgte efter skaden, sammenlignet med matchede kontroller [28].

Derfor undervurderer vores analyser baseret på LPR-data risikoen for at få de symptomer og diagnoser, som normalt primært ville blive håndteret i primærsektoren, såsom hovedpine eller migræne.

Et andet potentielt problem med resultaterne er, at de samme personer kan være blevet diagnosticeret med de pågældende resultater før 1994 og derfor burde have været udelukket fra studiet. Dette er dog kun et problem, hvis personer, der blev diagnosticeret før 1994, ikke blev set på et hospital på grund af deres sygdom/lidelse i perioden efter 1994 og før deres skade (en periode på 2-20 år). Flere af de undersøgte diagnoser, såsom epilepsi, kræver regelmæssige hospitalskontakter, og vi ville derfor være i stand til at identificere og udelukke dem. Hvis der er et problem, ville det ikke være forskelligt mellem personer med strømskader og matchpersoner. Hvis det er til stede, vil skævhederne således få os til at overse sammenhænge.

En vigtig yderligere begrænsning var valget af matchede personer. Vi fandt det vanskeligt at identificere den perfekte type skade til at matche med en strømskade. Da strømskader er heterogene i alvorlighed, skulle matchgruppen ideelt set være lige så heterogen, og samtidig skulle den have en ret hyppigt forekommende skadetype, så vi kunne finde et tilstrækkeligt antal egnede matchede personer. Vores løsning var at bruge tre forskellige typer matchning: patienter med en forvriddning/forstuvning, patienter med øjenskader og personer fra samme erhvervsgruppe som dem med strømskader. De to første match havde den ulempe, at skaderne ikke i sig selv var livstruende eller invaliderende, som en strømskade kan være. Match 3, personer med samme type job, havde den ulempe, at matchpersonerne ikke havde nogen skade og derfor sandsynligvis ikke brugte sundhedsvæsenet på tidspunktet for matchet. Det betyder, at estimaterne baseret på match 3 (som generelt var højere end de to andre match) sandsynligvis er overvurderede, hvis patienter med strømskader havde andre vaner med hensyn til at søge sundhedsvæsenet. I dette tilfælde kunne vi ikke imødegå den mulige skævhed ved at begrænse analyserne baseret på indlæggelseslængde, da dette ikke var relevant for den matchede kontrolgruppe. Den samme tilgang blev brugt i et dansk kohortestudie om hjertesygdom og dødelighed efter strømskader, hvor skadede personer blev matchet med tilfældigt udvalgte kontrolpersoner fra den generelle population baseret på alder og køn [29]. Vi tilstræbte at matche med andre skadede personer (match 1 og 2) for at undgå at bruge alt for sunde kontroller, men også for at tage hensyn til socioøkonomisk position, når vi matchede med erhvervskontroller (match 3).

Fejlklassificering udgør også en risiko for skævhed i dette studie. En række af de valgte diagnoser var symptomer, såsom essentiel tremor, hovedpine og svimmelhed. Diagnoserne var baseret på patienternes subjektive symptomer, og selvom de var reelle lidelser og problemer for patienterne, indikerer de muligvis ikke specifikke sygdomme og kan derfor blive fejlklassificeret. Selv om risikoen for fejlklassificering kan være størst, når det drejer sig om almindelige symptomer, vil indvirkningen på vores resultater og konklusioner potentielt være større, når det drejer sig om sjældne diagnoser, hvor (manglende) sammenhæng kan skyldes, at der kun er få tilfælde og dermed være mere sårbar over for tilfældig fejlklassificering af et eller to tilfælde. I forbindelse med dette spørgsmål hentede vi udfaldsdata fra LPR, og validiteten af disse data er afgørende for vores resultater. Tidligere studier har fundet en positiv prædiktiv værdi (PPV) på 81 % for diagnoser relateret til det medicinske speciale generelt [30] og specifikt 69,9 % for ALS, 82,4 % for Parkinsons sygdom, 95,1 % for multipel sklerose og 81,4 % for epilepsi [31]. En lav PPV ville indikere, at for få mennesker blev diagnosticeret med udfaldet, og dermed begrænse vores evne til at identificere en sammenhæng, især for de sjældne udfald. Det bør dog ikke have indflydelse på størrelsen af risikoestimerne, da en lav PPV vil gælde både for personer med strømskader og matchede personer.

Endelig var størrelsen af dette studie den størst mulige ved brug af danske data, men det giver stadig anledning til bekymring for den statistiske effekt med hensyn til de samme resultater. Selv om LPR blev oprettet i 1977, blev oplysninger om strømskader ikke registreret i tilstrækkelig grad før indførelsen af ICD-10 i 1994. Da vi valgte at inkludere to års observationstid forud for de rapporterede ulykker for at udelukke personer med det ønskede udfald, og mindst to års observationstid efter skaden, var vi begrænset til 19 år, fra 1996 til 2014. På trods af længden af denne periode og det store antal registrerede skader havde vi stadig begrænset effekt i de samme analyser, især med sjældne diagnoser, og når de relevante følgevirkninger var opstået før skaden. Sidstnævnte kunne forårsage skævheder, hvis en tidligere uregistreret strømskade var relateret til udfaldet.

Men da matchningen omfattede det år, hvor skaden skete, var risikoen for at overse tidligere skader den samme for personer med strømskader og matchede personer, og det er usandsynligt, at der er risiko for skævheder. Den statistiske effekt samt manglen på tilgængelig information begrænsede også vores muligheder for at justere for yderligere potentielle forstyrrende faktorer, som f.eks. livsstils- eller personlighedsfaktorer.

Diagnoser relateret til centralnervesystemet

Vores resultater vedrørende tilstande relateret til centralnervesystemet både bekræfter og er i modstrid med tidligere forskning. For det første bekræfter vores resultater den øgede risiko for *svimmelhed* og *migræne*, som tidligere blev identificeret i et dansk registerstudie [4], der til dels er baseret på de samme data som dette studie, og tilføjer også en øget risiko for *hovedpine*, som også er set i tidligere forskning [1, 8], og som kan have en vis forbindelse til migræne. Ingen af disse tilstande er blevet undersøgt grundigt i forbindelse med strømskader, selv om svimmelhed er blevet beskrevet i nogle få case-rapporter [1].

For det andet fandt vi en større risiko for epilepsi efter en strømskade, hvilket er i overensstemmelse med tidligere studier [2, 4]. Hvis strømskader forårsager epilepsi, ville man forvente en øget forekomst af epilepsi blandt el-arbejdere. Et landsdækkende svensk registerstudie af sammenhængen mellem epilepsi og erhverv fandt dog ikke en øget forekomst blandt el-arbejdere [32]. Der kan således være tale om en omvendt årsagssammenhæng, idet mennesker med epilepsi er mere udsatte for ulykker af enhver art end mennesker uden epilepsi [33]. Derfor kan de tilskadekomne have haft udiagnosticeret epilepsi før deres strømskade, og skaden kan have været forårsaget af et epileptisk anfald. For at undersøge dette lavede vi en følsomhedsanalyse for at se, om de tilskadekomne personer var blevet diagnosticeret med *krampetør* strømskaden, da dette kan være en indikation på *epilepsi*. Vores resultater viste dog ingen forskel i forekomsten af *krampetør* strømskaden i den gruppe, der fik strømskader, og matchede personer. Samtidig fandt vi også en øget risiko for *krampetør* efter en strømskade. Det samme gælder for den noget beslægtede diagnose, *unormale ufrivillige bevægelser*, som også omfatter krampagtige bevægelser. Så det virker rimeligt at antage, at strømskader faktisk kan øge risikoen for *epilepsi*, selv om der kan være tale om et komplekst forhold, og der er behov for yderligere studier for at bestemme de mekanismer, der ligger til grund for sammenhængen.

For det tredje behandlede vores studie ikke specifikt den tidligere foreslåede sammenhæng mellem strømskade og ALS [2, 34], da ALS er meget sjælden. I stedet fokuserede vi på de overordnede diagnoser *spinal muskeltrofi* og *relaterede syndromer*, som inkluderer ALS, hvor vi identificerer en usikker sammenhæng på grund af et meget lille antal tilfælde. Tidligere rapporter har dog fremhævet det sene begyndelsestidspunkt [2], hvilket er det modsatte af, hvad vores resultater viser, hvor den mulige sammenhæng er mest fremtrædende i de korteste tidsperioder, mens tid-til-hændelse-analyserne ikke viser nogen sammenhæng. Dette tyder på, at den mulige sammenhæng er baseret på nogle få tilfælde, der er diagnosticeret kort tid efter en strømskade. Derfor virker det mest sandsynligt, at de resultater, vi fandt, er tilfældige og ikke tegn på en årsagssammenhæng. Nylige anmeldelser og metaanalyser er kommet til modstridende konklusioner, hvor nogle konkluderer, at ALS er forbundet med erhvervsmaessig eksponering for magnetfelter, men ikke for elektrisk stød [35, 36], mens en anden fremhæver en baggrund med elektrisk stød som en risikofaktor for ALS [37]. Vores datasæt indeholdt ikke nok tilfælde til at kaste yderligere lys over dette spørgsmål.

De resterende diagnoser relateret til centralnervesystemet havde også det problem, at der var få tilgængelige tilfælde i vores population, hvilket begrænsede vores evne til at identificere sammenhænge. Vi fandt således ikke en øget risiko for *Parkinsons sygdom*, *essentiell tremor* eller *andre degenerative sygdomme i nervesystemet*. Med hensyn til Parkinsons sygdom var vores resultater i overensstemmelse med et tidligere dansk registerstudie [4] og et case-kontrolstudie [3]. I overensstemmelse med tidligere forskning [2] identificerede vi dog en usikker sammenhæng for den relaterede bevægelsesforstyrrelse, *dystoni*, i tid-til-hændelse-analysen, hvilket indikerer, at den kan udvikle sig over tid, men igen var denne diagnose sjælden i vores population. *Multipel sklerose* var den sidste diagnose, hvor vi ikke fandt nogen sammenhæng med strømskader, hvilket bekræfter resultaterne af det tidligere danske registerstudie [4].

#### Diagnoser relateret til det perifere nervesystem

Da vi kiggede på resultaterne i relation til lidelser i det perifere nervesystem, fandt vi et ret klart mønster, der viste, at perifere nervelidelser er en almindelig følgetilstand efter strømskader. *Mononeuropati* var den hyppigste perifere neuropati, vi fandt, og den blev primært registreret i arme eller ben, formentligt fordi disse ekstremiteter ofte er strømmens indgangs- og/eller udgangspunkter. Dette stemmer overens med de resultater, andre studier med lignende metodologier [4], og anmeldelser [1, 2] har identificeret. Selvom alle andre sygdomme i det perifere nervesystem, såsom *polyneuropati* og *forstyrrelser af hudens følesans*, var relativt sjældne i vores population, indikerede vores resultater enten en sammenhæng eller en mulig sammenhæng med strømskader. Derfor var vi ikke i stand til at afkræfte en sammenhæng for nogen af vores udvalgte diagnoser i relation til det perifere nervesystem. Sammen med konklusionerne fra tidligere forskning synes sammenhængen mellem strømskader og perifere nervelidelser at være godt underbygget, og yderligere forskning bør fokusere på at forstå de kausale mekanismer, hvor forskellige forklaringsmodeller bliver diskuteret [2].

#### Forsinket forekomst

Flere studier understreger den mulige forsinkede forekomst af neurologiske symptomer efter strømskader, hvor der kan gå måneder og år efter et elektrisk stød, før konsekvenserne bliver tydelige [2]. Dette er dog dårligt dokumenteret [1]. Vi var i stand til at undersøge mulig forsinket forekomst for de syv hyppigste diagnoser og fandt, at den højeste odds ratio var inden for de første seks måneder efter skaden for fem af dem, hvilket indikerer, at forsinket forekomst ikke er normen. Men kun to af disse diagnoser (krampetør og unormale ufrivillige bevægelser) viste ikke en øget risiko i nogen tidsintervaller efter de første seks måneder. Faktisk identificerede vi for alle undtagen disse to diagnoser en potentiel forsinket symptomforekomst på op til 5 år efter skaden. Men da vi bruger diagnoser som vores resultat, ved vi ikke, om det afspejler forsinket behandling af symptomer eller forsinket diagnosticering af symptomerne.

## Konklusion

Vores resultater bekræfter, at strømskader øger risikoen for flere neurologiske lidelser og symptomer i centralnervesystemet eller i det perifere nervesystem i årene efter skaden. Oftest bliver sygdommene og symptomerne diagnosticeret inden for de første seks måneder efter skaden, men en forsinkelse på op til 5 år kan ikke udelukkes for de samme symptomer og diagnoser.

Nogle af diagnoserne var sjældne i vores population, hvilket begrænsede vores evne til at identificere sammenhænge, og det berettiger til forsigtig fortolkning af resultaterne. Derfor er yderligere studier nødvendige for at bekræfte vores resultater, ligesom studier, der undersøger de tilgrundliggende mekanismer, der skaber sammenhænge.

Resultaterne af dette studie kan sandsynligvis generaliseres til andre populationer, især i lande, hvor adgangen til sundhedspleje ligner Danmarks, og hvor praksis og kultur for diagnosticering er den samme.

## Referencer

1. Yiannopoulou K., G. et al., "Neurological and neurourological complications of electrical injuries," (in eng), *Neurol Neurochir Pol*, Oct 7 2020, pmid:33026644  
[View Article](#) • [PubMed/NCBI](#) • [Google Scholar](#)

- Andrews C. J. and Reisner A. D. "Neurological and neuropsychological consequences of electrical and lightning shock: review and theories of causation," (in eng), *Neural Regen Res*, vol. 12, no. 5, pp. 677–686, May 2017, pmid:28616016  
[View Article](#) • [PubMed/NCBI](#) • [Google Scholar](#)
3. van der Mark M. et al., "Extremely low-frequency magnetic field exposure, electrical shocks and risk of Parkinson's disease," (in eng), *Int Arch Occup Environ Health*, vol. 88, no. 2, pp. 227-34, Feb 2015, pmid:24939428  
[View Article](#) • [PubMed/NCBI](#) • [Google Scholar](#)
4. Grell K., Meersohn A., Schüz J., and Johansen C., "Risk of neurological diseases among survivors of electric shocks: a nationwide cohort study, Denmark, 1968-2008," (in eng), *Bioelectromagnetics*, vol. 33, no. 6, pp. 459–65, Sep 2012, pmid:22278991  
[View Article](#) • [PubMed/NCBI](#) • [Google Scholar](#)
5. Radulovic N., Mason S. A., Rehou S., Godleski M., and Jeschke M. G., "Acute and long-term clinical, neuropsychological and return-to-work sequelae following electrical injury: a retrospective cohort study," *BMJ Open*, vol. 9, no. 5, p. e025990, May 14 2019, pmid:31092649  
[View Article](#) • [PubMed/NCBI](#) • [Google Scholar](#)
6. Morse J. S. and Morse M. S., "Diffuse electrical injury: comparison of physical and neuropsychological symptom presentation in males and females," (in eng), *J Psychosom Res*, vol. 58, no. 1, pp. 51-4, Jan 2005, pmid:15771870  
[View Article](#) • [PubMed/NCBI](#) • [Google Scholar](#)
7. Morse M. S., "A study of long term symptomatology reported in non-head-involved low voltage electrical contacts," (in eng), *Annu Int Conf IEEE Eng Med Biol Soc*, vol. 2009, pp. 6522-5, 2009, pmid:19964172  
[View Article](#) • [PubMed/NCBI](#) • [Google Scholar](#)
8. Wesner M. L. and Hickie J., "Long-term sequelae of electrical injury," (in eng), *Can Fam Physician*, vol. 59, no. 9, pp. 935-9, Sep 2013. pmid:24029506  
[View Article](#) • [PubMed/NCBI](#) • [Google Scholar](#)
9. Pliskin N. H., Capelli-Schellpfeffer M., Law R. T., Malina A. C., Kelley K. M., and Lee R. C., "Neuropsychological symptom presentation after electrical injury," (in eng), *J Trauma*, vol. 44, no. 4, pp. 709-15, Apr 1998, pmid:9555847  
[View Article](#) • [PubMed/NCBI](#) • [Google Scholar](#)
10. Bailey B., Gaudreault P., and Thivierge R. L., "Neurologic and neuropsychological symptoms during the first year after an electric shock: results of a prospective multicenter study," (in eng), *Am J Emerg Med*, vol. 26, no. 4, pp. 413-8, May 2008, pmid:18410808  
[View Article](#) • [PubMed/NCBI](#) • [Google Scholar](#)
- Theman K., Singerman J., Gomez M., and Fish J. S., "Return to work after low voltage electrical injury," (in eng), *J Burn Care Res*, vol. 29, no. 6, pp. 959-64, Nov-Dec 2008, pmid:18849846  
[View Article](#) • [PubMed/NCBI](#) • [Google Scholar](#)
12. Singerman J., Gomez M., and Fish J. S., "Long-term sequelae of low-voltage electrical injury," (in eng), *J Burn Care Res*, vol. 29, no. 5, pp. 773-7, Sep-Oct 2008, pmid:18695615  
[View Article](#) • [PubMed/NCBI](#) • [Google Scholar](#)
13. Piotrowski A. et al., "Outcome of occupational electrical injuries among French electric company workers: A retrospective report of 311 cases, 1996-2005," *Burns*, vol. 40, no. 3, pp. 480-488, 2014/05/01/ 2014, pmid:24028742  
[View Article](#) • [PubMed/NCBI](#) • [Google Scholar](#)
14. Chudasama S., Goverman J., Donaldson J. H., van Aalst J., Cairns B. A., and Hultman C. S., "Does voltage predict return to work and neuropsychiatric sequelae following electrical burn injury?," (in eng), *Ann Plast Surg*, vol. 64, no. 5, pp. 522-5, May 2010, pmid:20395807  
[View Article](#) • [PubMed/NCBI](#) • [Google Scholar](#)
15. Ferguson J. S., Franca J., Pollack J., Rumbolo P., and Smock M., "Compression neuropathy: a late finding in the postburn population: a four-year institutional review," (in eng), *J Burn Care Res*, vol. 31, no. 3, pp. 458-61, May-Jun 2010, pmid:20354447  
[View Article](#) • [PubMed/NCBI](#) • [Google Scholar](#)
16. Lynge E., Sandegaard J. L., and Rebolj M., "The Danish National Patient Register," (in eng), *Scand J Public Health*, vol. 39, no. 7 Suppl, pp. 30-3, Jul 2011, pmid:21775347  
[View Article](#) • [PubMed/NCBI](#) • [Google Scholar](#)
17. Schmidt M., Schmidt S. A., Sandegaard J. L., Ehrenstein V., Pedersen L., and Sorensen H. T., "The Danish National Patient Registry: a review of content, data quality, and research potential," (in eng), *Clin Epidemiol*, vol. 7, pp. 449-90, 2015, pmid:26604824  
[View Article](#) • [PubMed/NCBI](#) • [Google Scholar](#)
18. "OSH system at national level-Denmark." European Agency for Safety and Health at Work. [https://oshwiki.eu/wiki/OSH\\_system\\_at\\_national\\_level\\_-\\_Denmark](https://oshwiki.eu/wiki/OSH_system_at_national_level_-_Denmark) (accessed 19/03, 2020).
19. "The Population." Statistics Denmark. <https://www.dst.dk/en/Statistik/dokumentation/documentationofstatistics/the-population> (accessed 17/03, 2020).
20. S. Denmark. "Migration to and from Denmark." <https://www.dst.dk/en/Statistik/dokumentation/documentationofstatistics/migration-to-and-from-denmark> (accessed).

21. "Register-Based Labour Force Statistics." Statistics Denmark. <https://www.dst.dk/en/Statistik/dokumentation/documentationofstatistics/register-based-labour-force-statistics> (accessed 17/03, 2020).
22. S. Danmark. "Deaths and life expectancy." <https://www.dst.dk/en/Statistik/dokumentation/documentationofstatistics/deaths-and-life-expectancy> (accessed 17/03, 2020).
23. Schmidt M., Pedersen L., and Sorensen H. T., "The Danish Civil Registration System as a tool in epidemiology," (in eng), *Eur J Epidemiol*, vol. 29, no. 8, pp. 541-9, Aug 2014, PMID:24965263  
[View Article](#) • [PubMed/NCBI](#) • [Google Scholar](#)
24. Arnoldo B. D., Purdue G. F., Kowalske K., Helm P.A., Burris A., and Hunt J. L., "Electrical injuries: a 20-year review," (in eng), *J Burn Care Rehabil*, vol. 25, no. 6, pp. 479-84, Nov-Dec 2004, PMID:15534455  
[View Article](#) • [PubMed/NCBI](#) • [Google Scholar](#)
25. Shih J. G., Shahrokhi S., and Jeschke M. G., "Review of Adult Electrical Burn Injury Outcomes Worldwide: An Analysis of Low-Voltage vs High-Voltage Electrical Injury," (in eng), *J Burn Care Res*, vol. 38, no. 1, pp. e293-e298, Jan/Feb 2017, PMID:27359191  
[View Article](#) • [PubMed/NCBI](#) • [Google Scholar](#)
26. Biering K., Vestergaard J. M., Kærgaard A., Carstensen O., and Nielsen K. J., "Mental disorders following electrical injuries-A register-based, matched cohort study," (in eng), *PLoS One*, vol. 16, no. 2, p. e0247317, 2021, PMID:33617562  
[View Article](#) • [PubMed/NCBI](#) • [Google Scholar](#)
27. Eurostat. "Accidents at work statistics." [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Accidents at work statistics#Accidents 2010 to 2018](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Accidents_at_work_statistics#Accidents_2010_to_2018) (accessed 29-09-2021).
28. Biering K., Vestergaard J. M., Nielsen K. J., Carstensen O., and Kærgaard A., "Contacts with general practitioner, sick leave and work participation after electrical injuries: a register-based, matched cohort study," *Occupational and Environmental Medicine*, vol. 78, no. 1, pp. 54-60, 2021, PMID:33139345  
[View Article](#) • [PubMed/NCBI](#) • [Google Scholar](#)
29. Hansen S. M. et al., "Mortality and risk of cardiac complications among immediate survivors of accidental electric shock: a Danish nationwide cohort study," (in eng), *BMJ Open*, vol. 7, no. 8, p. e015967, Aug 28 2017, PMID:28851780  
[View Article](#) • [PubMed/NCBI](#) • [Google Scholar](#)
30. D. H. a. M. Authority, "[Evaluation of the Danish National Patient Registry 1990]," in "Hospital Statistics II," Copenhagen, 1993, vol. 57.
31. Schmidt M., Schmidt S. A. J., Sandegaard J. L., Ehrenstein V., Pedersen L., and Sørensen H. T., "The Danish National Patient Registry: a review of content, data quality, and research potential," *Clin Epidemiol*, vol. 7, pp. 449-490, 2015, PMID:26604824  
[View Article](#) • [PubMed/NCBI](#) • [Google Scholar](#)
32. Li X., Sundquist J., and Sundquist K., "Socioeconomic and occupational risk factors for epilepsy: a nationwide epidemiological study in Sweden," (in eng), *Seizure*, vol. 17, no. 3, pp. 254-60, Apr 2008, PMID:17728158  
[View Article](#) • [PubMed/NCBI](#) • [Google Scholar](#)
33. Asadi-Pooya A. A., Nikseresh A., Yaghoubi E., and Nei M., "Physical injuries in patients with epilepsy and their associated risk factors," (in eng), *Seizure*, vol. 21, no. 3, pp. 165-8, Apr 2012, PMID:22130005  
[View Article](#) • [PubMed/NCBI](#) • [Google Scholar](#)
34. Peters S. et al., "Associations of Electric Shock and Extremely Low-Frequency Magnetic Field Exposure With the Risk of Amyotrophic Lateral Sclerosis," (in eng), *Am J Epidemiol*, vol. 188, no. 4, pp. 796-805, Apr 1 2019, PMID:30649156  
[View Article](#) • [PubMed/NCBI](#) • [Google Scholar](#)
35. Jalilian H., Najafi K., Khosravi Y., and Rössli M., "Amyotrophic lateral sclerosis, occupational exposure to extremely low frequency magnetic fields and electric shocks: A systematic review and meta-analysis," *Reviews on environmental health*, 2020. PMID:32946420  
[View Article](#) • [PubMed/NCBI](#) • [Google Scholar](#)
36. Gunnarsson L.-G. and Bodin L., "Amyotrophic Lateral Sclerosis and Occupational Exposures: A Systematic Literature Review and Meta-Analyses," *International Journal of Environmental Research and Public Health*, vol. 15, no. 11, p. 2371, 2018.[Online]. Available: <https://www.mdpi.com/1660-4601/15/11/2371>. PMID:30373166  
[View Article](#) • [PubMed/NCBI](#) • [Google Scholar](#)
37. Wang M.-D., Little J., Games J., Cashman N. R., and Krewski D., "Identification of risk factors associated with onset and progression of amyotrophic lateral sclerosis using systematic review and meta-analysis," *NeuroToxicology*, vol. 61, pp. 101-130, 2017/07/01/ 2017, PMID:27377857  
[View Article](#) • [PubMed/NCBI](#) • [Google Scholar](#)