

Prognos vid vibrationsrelaterad nervpåverkan i händerna

En narrativ litteraturöversikt

*Martin Biström^{1,2}, Albin Stjernbrandt^{1,2}, Eirik Reiherth³, Tohr
Nilsson¹, Jens Wahlström^{1,2}*

Institutionstillhörighet:

ISSN 3035–9821

¹ Institutionen för Epidemiologi och Global Hälsa, Umeå universitet

² Arbets- och miljömedicin, Norrlands universitetssjukhus, Region Västerbotten

³ UiT, Norges Arktiske Universitet, Universitetsbiblioteket, Natur- og helsebiblioteket,
Tromsø

Redaktörernas förord

Denna utgåva ingår i en serie av systematiska kunskapssammanställningar som initierades 1981 när en grupp ortopedier, yrkesmedicinare, andra arbetsmiljöforskare och läkare från LO diskuterade en modell för bedömning av vilka arbetsställningar som utgjorde skadlig inverkan för besvär i bröst och ländrygg. Gruppen pekade på vikten av att systematiskt ställa samman kunskap inom området (Andersson 1981). Därefter publicerades flera systematiska kunskapssammanställningar med avsikt ge riktlinjer för förekomst av skadlig inverkan vid arbetsskadebedömningar (Westerholm 1995, 2002, Hansson & Westerholm 2001).

AFA Försäkring finansierar ett långsiktigt projekt med avsikt att ta fram nya kunskapssammanställningar inom arbetsmiljöområdet. Arbetet samordnas av Göteborgs Universitet i samverkan med Karolinska Institutet och Umeå Universitet. Dessa systematiska kunskapssammanställningar har som syfte att beskriva arbetsmiljöns betydelse för uppkomst eller försämring av sjukdom eller symptom i ett bredare perspektiv. Tillämpningen av resultaten får ske inom berörda myndigheter, arbetsplatser och försäkringsbolag.

Den nya serien av systematiska kunskapssammanställningar inleddes 2008 med en uppdaterad översikt om psykisk arbetsskada (Westerholm 2008), som sedan följdes av sammanställningar om fukt och mögel, helkroppsvibrationer och arbetets betydelse för uppkomst av depression (uppdatering), stroke, Parkinsons sjukdom, ALS, Alzheimers sjukdom, prostatacancer, reumatoid arthrit, arbete i värme, effekter av att arbeta med armarna ovan axelhöjd, riskfaktorer i arbetslivet för suicid, riskfaktorer för ”slidigt i tommelens rodled”, arbete efter hjärtinfarkt och en analys av olika kunskapsöversikter inom arbetsmiljöområdet (Torén 2010, Burström 2012, Lundberg 2013, Jakobsson 2013, Gunnarsson 2014, 2015a, 2015b, Knutsson 2017, Kuklane 2017, Kjellström 2017, Milner 2018, Bach Lund 2018, Koch 2019, Gustavsson 2019, Järvholm 2020, Ilar 2020). Dessutom finns ett mycket efterfrågat dokument om hur diabetiker klarar av olika påfrestande arbetsmiljöer (Knutsson 2013). Under 2016 presenterades ett uppmärksammat dokument om skador efter exponering för handöverförda vibrationer (Nilsson 2016).

Eftersom kunskapsläget förändras finns det ett behov av uppdateringar av gamla kunskapssammanställningar, samtidigt som det finns ett behov av kunskapssammanställningar inom nya områden. Under de senaste åren har det publicerats analyser om arbete efter stroke (Jood 2021), spridning av luftvägsvirus vid arbetsplatser (Löndahl 2021), samband mellan exponering för handöverförda vibrationer och uppkomst av Dupuytrens sjukdom, samt ett dokument om prevention av handeksem (Nilsson 2022, Agner 2022) och arbetsrelaterade riskfaktorer för

hudcancer (malignt melanom och skivepitelcancer) (Järvholm 2024), arbete i kyla vid sjukdom (Stjernbrandt 2024) och arbetsrelaterad katarakt (grå starr) (Bonde 2025).

Denna översikt syftar till att sprida kunskap om hur det går för (prognos) personer med vibrationsorsakade nervskador i händerna (Biström 2025). Externa referenter har varit professorerna Eva Vingård, Uppsala universitet och Lars Adolfsson, Linköpings universitet. Vi är tacksamma för författarnas gedigna arbete liksom de värdefulla och konstruktiva bidrag som referenterna har tillfört.

Göteborg, Umeå och Lund November 2025

Kjell Torén, Bengt Järvholm och Maria Albin

Referenser

Agner T, Ebbelhøj NE. Hand eczema. With focus on irritant contact dermatitis and prevention. *Arbete och Hälsa* 2022;56(5).

Andersson G, Bjurvall M, Bolinder E, Frykman G, Jonsson B, Kihlbom Å, Lagerlöf E, Michaëlsson G, Nyström Å, Olbe G, Roslund J, Rydell N, Sundell J, Westerholm P. Modell för bedömning av ryggskada i enlighet med arbetsskadeförsäkringen. *Läkartidningen* 1981;78:2765-2767.

Bach Lund C, Mikkelsen S, Frølund Thomsen J. Systematiska kunskapsöversikter; 12. Arbejdsrelaterede risikofaktorer for slidgigt i tommelens rodled. *Arbete och Hälsa* 2018;52(4).

Biström M, Stjernbrandt A, Reiherth E, Nilsson T, Wahlström J. Prognos vid vibrationsrelaterad nervpåverkan i händerna. En narrativ litteraturöversikt. *Arbete och Hälsa* 2025;59(2).

Bonde JPE, Bjerager J, Alethe I, Mehlum S, Skaaby S. Arbejdsrelateret katarakt. *Arbete och Hälsa* 2025;59(1)

Burström L, Nilsson T, Wahlström J. Exponering för helkroppsvibrationer och uppkomst av ländryggssjuklighet. *Arbete och Hälsa* 2012;46(2).

Gunnarsson LG, Bodin L. Systematiska kunskapsöversikter; 6. Epidemiologiskt påvisade samband mellan Parkinsons sjukdom och faktorer i arbetsmiljön. *Arbete och Hälsa* 2014;48(1).

Gunnarsson LG, Bodin L. Systematiska kunskapsöversikter; 7. Epidemiologiskt påvisade samband mellan ALS och faktorer i arbetsmiljön. *Arbete och Hälsa* 2015a;49(1).

Gunnarsson LG, Bodin L. Epidemiologiskt undersökta samband mellan Alzheimers sjukdom och faktorer i arbetsmiljön. *Arbete och Hälsa* 2015b;49(3).

Gustavsson P, Ljungman P. Arbete efter hjärtinfarkt – en kunskapssammanställning. *Arbete och Hälsa* 2019;53(3).

Hansson T, Westerholm P. Arbete och besvär i rörelseorganen. En vetenskaplig värdering av frågor om samband. *Arbete och Hälsa* 2001:12.

Ilar A, Klareskog L, Alfredsson L. Sambandet mellan kemiska exponeringar i arbetsmiljön och risken att utveckla ledgångsreumatism. *Arbete och Hälsa* 2020;54(3).

Jakobsson K, Gustavsson P. Systematiska kunskapsöversikter; 5. Arbetsmiljöexponeringar och stroke – en kritisk granskning av evidens för samband mellan exponeringar i arbetsmiljön och stroke. *Arbete och Hälsa* 2013;47(4).

Jood K, Fransson E. Faktorer i arbetslivet och återgång till arbete efter stroke eller risk för ny stroke: En kunskapsöversikt. *Arbete och Hälsa* 2021;55(1).

Järvholm B. Kunskapsöversikter inom arbetslivsområdet. *Arbete och Hälsa* 2020;54(1).

Järvholm B, Larkö O. Arbetsrelaterad hudcancer. *Arbete och Hälsa* 2024;58(1).

Koch M, Wærsted M, Veiersted KB. Systematiska kunskapsöversikter; 14. Kan arbeid over skulderhøyde forårsake skulderlidelser – en systematisk litteraturgjennomgang. *Arbete och Hälsa* 2019;53(1).

Kjellström T, Lemke B. Systematiska kunskapsöversikter; 11. Health impacts of workplace heat on persons with existing ill health. *Arbete och Hälsa* 2017;51(8).

Knutsson A, Kempe A. Systematiska kunskapsöversikter; 4. Diabetes och arbete. *Arbete och Hälsa* 2013;47(3).

Knutsson A, Krstev S. Arbetsmiljö och prostatacancer. *Arbete och Hälsa* 2017;51(1).

Kuklane K, Gao C. Systematiska kunskapsöversikter; 10. Occupational heat exposure. *Arbete och Hälsa* 2017;51(7).

Lundberg I, Allebeck P, Forsell Y, Westerholm P. Kan arbetsvillkor orsaka depressionstillstånd. En systematisk översikt över longitudinella studier i den vetenskapliga litteraturen 1998-2012. *Arbete och Hälsa* 2013;47(1).

Löndahl J, Alsved M, Thuresson S, Fraenkel C-J. Luftvägsvirus vid arbetsplatser. Smittvägar, riskfaktorer och skyddsåtgärder. *Arbete och Hälsa* 2021;55(2).

Milner A, LaMontagne AD. Systematiska kunskapsöversikter; 13. Suicide in the employed population: A review of epidemiology, risk factors and prevention activities. *Arbete och Hälsa* 2018;52(5).

Nilsson T, Wahlström J, Burström L. Systematiska kunskapsöversikter 9. Kärl och nervskador i relation till exponering för handöverförda vibrationer. *Arbete och Hälsa* 2016;49(4).

Nilsson T, Wahlström J, Reiherth E, Burström L. Dupuytren's sjukdom i relation till exponering för handöverförda vibrationer. *Arbete och Hälsa* 2022;56(1).

Stjernbrandt A, Reiherth E, Nilsson T. Arbete i kyla med sjukdom. *Arbete och Hälsa* 2024;58(3).

Torén K, Albin M, Järvholm B. Systematiska kunskapsöversikter; 1. Betydelsen av fukt och mögel i inomhusmiljön för astma hos vuxna. *Arbete och Hälsa* 2010;44(8).

Westerholm P. Arbetssjukdom – skadlig inverkan – samband med arbete. Ett vetenskapligt underlag för försäkringsmedicinska bedömningar (6 skadeområden). *Arbete och Hälsa* 1995;16.

Westerholm P. Arbetssjukdom – skadlig inverkan – samband med arbete. Ett vetenskapligt underlag för försäkringsmedicinska bedömningar (7 skadeområden). Andra, utökade och reviderade upplagan. *Arbete och Hälsa* 2002;15

Westerholm P. Psykisk arbetsskada. *Arbete och Hälsa* 2008;42:1.

Innehållsförteckning

Redaktörernas förord	i
Referenser	ii
Innehållsförteckning	v
Sammanfattning	1
Bakgrund	2
Motiv och övergripande syfte	4
Metod	4
Systematisk litteratursökning	4
Resultat	6
Diffus perifer neuropati	10
Karpaltunnelsyndrom	13
Båda utfall	15
Diskussion	16
Huvudsakliga fynd	16
Metodologiska överväganden	17
Kunskapsluckor	18
Slutsatser	19
Referenser	20
Appendix	23
Bilaga 1. Söktermer vid litteratursökningen	23
Bilaga 2. Lista över exkluderade artiklar som lästes i fulltext	23

Sammanfattning

Det är välkänt att arbete med handhållna vibrerande verktyg kan ge skador på både blodkärl och nerver i övre extremiteter. Nervskadorna kan grovt indelas i påverkan på små nerver, ofta kallat diffus perifer neuropati eller enskild större nerv, där karpaltunnelsyndrom är det i särklass vanligaste perifera nervinlämningstillståndet. Det saknas idag säker kunskap om långsiktig prognos efter att en vibrationsorsakad nervskada uppstått samt vilka faktorer som kan påverka förloppet. Det övergripande syftet med denna kunskapsöversikt var att sammanställa nuvarande kunskap om prognos vid vibrationsrelaterad nervpåverkan i händerna.

En systematisk litteratursökning genomfördes i Medline och Embase för perioden 1946 till 2024. Inklusionskriterier var vibrationsexponering, humanstudier, hälsoutfall (diffus perifer neuropati och karpaltunnelsyndrom) samt longitudinell design. Sökningen resulterade i 751 artiklar. Efter granskning av titel och sammanfattning återstod 112 artiklar som granskades i sin helhet. Av dessa inkluderades sedan 21 artiklar i kunskapsöversikten.

Genomgången visade att kunskapsläget kring prognos och modifierande faktorer vid vibrationsorsakade nervskador i övre extremiteter fortfarande är begränsat. Avseende diffus perifer neuropati identifierades totalt tolv studier. Resultatet av dessa var särskilt svårtolkat då det saknas en enhetlig definition av tillståndet, samt att flertalet studier inte hade som huvudsakligt syfte att undersöka långsiktig prognos. Vad gäller karpaltunnelsyndrom identifierades totalt tio studier. Dessa visade sammantaget att personer med vibrationsexponering fick positiv effekt av karpaltunnelklyvning men att det postoperativa resultatet var något sämre jämfört med personer som inte hade exponerats. Sammanfattningsvis lämnar det nuvarande kunskapsläget om hur vibrationsorsakade nervskador utvecklas över tid samt hur modifierande faktorer såsom upphörd eller fortsatt exponering för vibrationer påverkar förloppet mycket att önska. Det är anmärkningsvärt att vi idag fortfarande saknar säker kunskap kring prognosen för detta förhållandevis vanliga tillstånd som till stor del drabbar människor mitt i yrkeslivet.

För prognosen efter att skada konstaterats finns det enstaka studier som observerat sämre prognos för både diffus perifer neuropati och karpaltunnelsyndrom vid fortsatt exponering för hand-armvibrationer, men det behövs fler studier av hög kvalitet för att kunna dra säkra slutsatser.

Nyckelord: handöverförda vibrationer, hand- och armvibrationer, vibrationsskada, distal neuropati, nervpåverkan, känselnedsättning, HAV

Bakgrund

Exponering för handöverförda vibrationer från vibrerande maskiner, ofta kallat hand-armvibrationer (HAV), är vanligt i Sverige och uppkommer vanligtvis vid hantering av olika verktyg som till exempel slipmaskiner, bormaskiner och mutterdragare. I den senast publicerade Arbetsmiljöundersökningen framgår att 13 % av män och 3 % av kvinnor utsätts för vibrationer från handhållna maskiner minst en fjärdedel av arbetstiden (Arbetsmiljöverket, 2022). Snickare, murare och anläggningsarbetare är de grupper som anger högst förekomst av vibrationsexponering.

Skador i händerna till följd av HAV-exponering är vanligt och rapporterades om redan i början av 1900-talet (Hamilton, 1918). De skador som kan uppstå till följd av HAV-exponering är Raynauds fenomen (vibrationsinducerade vita fingrar), diffus perifer neuropati (skador på digitalnerv eller mekanoreceptorer i fingrarna), karpaltunnelsyndrom (KTS; inklämning av medianusnerven i handledsnivå) och muskuloskeletala besvär (olika symtom och sjukdomar kopplade till rörelseapparaten) (Heaver et al., 2011; Nilsson et al., 2017, 2016).

Diffus perifer neuropati brukar börja smygande med retningssymtom (stickningar, pinnningar, domningar) för att sedan progrediera till bortfallssymtom (nedsatt känsel för olika modaliteter). Vid bortfallssymtom kan man ha svårt att känna beröring, skilja varmt från kallt eller vasst från trubbigt. Ett annat relativt vanligt symtom är att man upplever smärta eller obehag i händerna vid exponering för kyla (Carlsson et al., 2010). Diffus perifer neuropati kan också omfatta skador på motoriska nerver (Necking et al., 2002), även om dessa symtom i regel är mindre framträdande och har beforskats i mindre utsträckning.

Det finns idag mycket begränsade medicinska behandlingsmöjligheter vid den här typen av nervskador och minskad eller avbruten exponering brukar anses vara den viktigaste åtgärden (Shen and House, 2017). Symtomen vid vibrationsutlöst diffus perifer neuropati kan ofta vara svåra att skilja från nervpåverkan av annan anledning, till exempel metabol sensorisk polyneuropati till följd av diabetes eller alkoholöverkonsumtion. Det saknas också kunskap om hur individfaktorer som ålder, kön, tidigare sjukdomar och skador som påverkar känselnerv modifierar förloppet vid vibrationsutlösta nervskador i händerna.

Diagnosen diffus perifer neuropati baseras på utredning som omfattar exponeringsbedömning, anamnes, klinisk undersökning samt riktad provtagning med syfte att utesluta andra orsaker till besvären. Särskild vikt läggs vid att exponering för handöverförda vibrationer, av tillräcklig omfattning, föregått symtomdebuten. Beträffande exponeringens duration eller magnitud saknas idag kunskap om det finns någon nedre gräns för när skador inte kan anses kunna

uppkomma (Nilsson et al., 2016). Beteckningen diffus perifer neuropati kan tolkas som att symtomen eller undersökningsfynden generellt är varierande, svårtolkade eller just diffusa. Detta är dock inte fallet utan snarare föreligger ofta en typisk symtombild karakteriserad av tilltagande känslighet för kyla, reningssymtom som pinnningar, smärta eller domningar i händerna samt ibland även upplevelse av funktions- eller känselnedsättningar. Däremot är utbredningen av skadan ofta diffus, med känselnedsättning som inte följer de stora känselnervernas innervationsområden och ej heller dermatom eller myotom. Sammantaget skulle benämningen diffus perifer neuropati kunna ersättas av diffust utbredd perifer neuropati. Den kliniska testningen kompletterar anamnesen genom att verifiera känselnedsättning i fingrarna, karakterisera dessa utifrån påverkad modalitet samt ge information om allvarlighetsgraden. I vissa fall används mer avancerad känseltestning som till exempel vibra- eller termometri. Med dessa metoder fastställs känseltrösklar för vibrationer respektive temperatur med stor precision, vilket gör att man kan upptäcka tidiga tecken på nervpåverkan. Det finns emellertid ett flertal begränsningar med denna typ av kvantitativ sensorisk testning. Metoden kräver att den undersökte medverkar och kan bibehålla en hög grad av koncentration, den kan inte fastställa skadenivå och det råder oenighet kring vad som ska betraktas som normala känseltrösklar.

Då sekundärt Raynauds fenomen ofta uppträder tillsammans med perifer nervpåverkan har man i tidigare litteratur ibland slagit samman dessa manifestationer under benämningen "vibrationsskadesyndrom". Denna kunskapssammanställning behandlar dock endast nervpåverkan och inte påverkan på blodkärl, muskler eller annan vävnad. Av denna anledning kommer exempelvis sekundärt Raynauds fenomen inte beröras ytterligare trots att det utgör en viktig del av skadepanoramats kopplat till HAV-exponering.

KTS karakteriseras av domningar och stickningar som företrädesvis uppkommer nattetid i medianusinnerverat hudområde (tumme, pekfinger, långfinger och halva ringfinger). Man kan även utveckla smärta och motorisk påverkan med nedsatt finmotorik och försämrade oppositionsförmåga av tummen. I vissa fall är mer eller mindre konstant smärta det dominerande symtomet. Många som drabbas av KTS genomgår operation där karpallligamentet delas för att frilägga nerven. Utfallet av operationen är ofta gott och de allra flesta får mindre symtom och ökad funktion. Det finns dock studier som visat att resultatet efter operation är sämre om man tidigare varit exponerad för HAV (Hagberg et al., 1991).

Prevalensen av KTS i normalbefolkningen varierar beroende på vilka diagnoskriterier som används men brukar anses ligga mellan 7 och 16 %, med högre förekomst bland kvinnor jämfört med män (Malakootian et al., 2023). Grunden i utredning av KTS är anamnes och klinisk undersökning, där man efterfrågar typiska symtom inom medianusinnerverat område samt undersöker händerna avseende sensorisk och motorisk funktion. Tester för att provocera nerven kan också användas. Vid

perkussion över medianusnervens förlopp i handledsnivå eller volarflexion av handleden kan domningar i medianusinnerverade fingrar ibland utlösas vilket indikerar att nerven är påverkad. Ibland kompletteras utredningen med neurofysiologisk undersökning eller avbildning med ultraljud. Avvikelse vid neurofysiologisk undersökning förekommer dock även bland asymtomatiska personer och vice versa uppvisar vissa individer med karpaltunnelsyndrom normala fynd vilket utgör en diagnostisk utmaning (Atroshi et al., 2003).

Motiv och övergripande syfte

Kunskapsläget avseende prognosen när personer drabbats av diffus perifer neuropati eller karpaltunnelsyndrom i samband med exponering för handöverförda vibrationer är oklart och det övergripande syftet med denna kunskapsöversikt var att sammanställa det vetenskapliga underlaget gällande prognos vid diffus perifer neuropati och karpaltunnelsyndrom bland vibrationsexponerade personer.

Metod

Systematisk litteratursökning

Vi har följt riktlinjer från PRISMA vid genomförandet av den systematiska litteratursökningen (Page et al., 2021).

De databaser som användes var:

- Ovid MEDLINE(R) and Epub Ahead of Print, In-Process, In-Data-Review & Other Non-Indexed Citations, Daily and Versions 1946 till 14: e april 14, 2024.
- Embase Classic+Embase 1947 to April 14, 2024.

Vid sökning användes inget filter utan all filtrering utfördes i Endnote. Etablerade söktermer användes enligt Medical Subject Headings (MeSH) för MEDLINE och termer från ämnesrubriklistan för Emtree. Sökningen inkluderade sökfälten titel, sammanfattning, och nyckelord. Utöver den digitala databassökningen genomfördes en manuell genomgång av referenslistor i de artiklar som inkluderades.

Som stöd i granskningsprocessen användes Covidence (Veritas Health Innovation, Melbourne, Australia) och följande inklusions- och exklusionskriterier:

Inklusionskriterier:

- Exponering för hand-arm vibrationer
- Humanstudier
- Hälsoutfall i form av:
 - Diffus perifer neuropati
 - Karpaltunnelsyndrom
- Longitudinell design
- Språk:
 - Engelska, svenska, norska, danska
- Publicering i vetenskaplig tidskrift med referentgranskning ("peer review")

Exklusionskriterier:

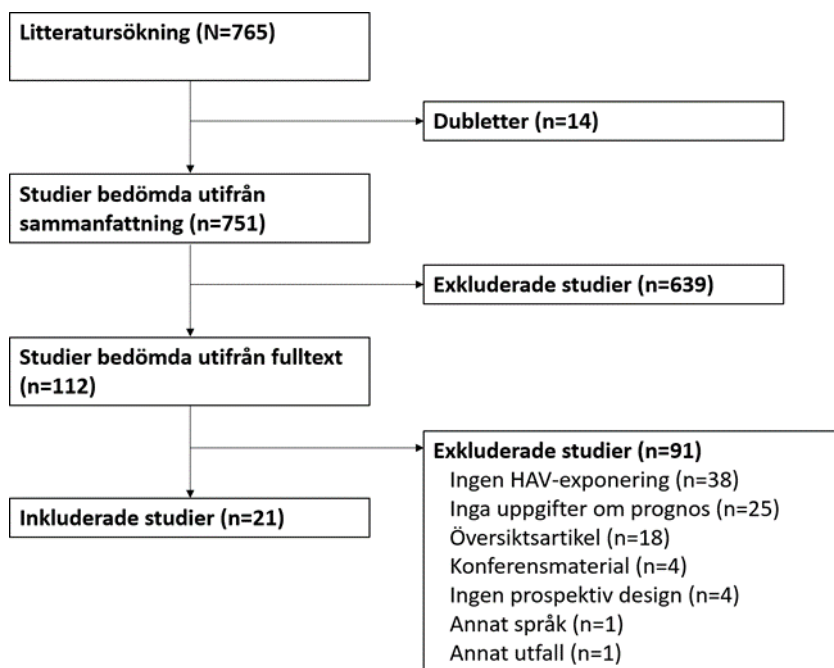
- Översiktsartiklar, brev till redaktörer, sammanfattningar, konferensbidrag. Duplikat samt artiklar som inte uppfyllde inklusionskriterierna exkluderades manuellt.

För hälsoutfallet diffus perifer neuropati valdes en bred sökning som inkluderade termer som domningar, pirningar, känselpåverkan, kvantitativ sensorisk testning och perifer neuropati. På liknande sätt gjordes en bred sökning för HAV-exponering samt prognos. Med prognos avsågs att man följt individer med konstaterad vibrationsskada longitudinellt. Rationalen bakom detta var att kunna eftersöka information om förlopp och eventuella modifierande faktorer såsom fortsatt eller upphörd HAV-exponering. Den fullständiga uppsättningen söktermer finns redovisad i Bilaga 1.

Artiklarnas sammanfattningar granskades med avseende på inklusions- och exklusionskriterier av tre av författarna (MB, AS och JW). Samtliga sammanfattningar granskades av två av författarna oberoende av varandra. Vid oenighet diskuterade tre av författarna respektive artikel för att uppnå konsensus. För varje sammanfattning som befanns relevant granskades sedan den fullständiga artikeln av två av författarna oberoende av varandra. Vid oenighet diskuterade tre av författare respektive artikel till dess att konsensus uppnåddes.

Resultat

Totalt fann vi 751 artiklar och efter granskning av titel och sammanfattning återstod 112 artiklar som granskades i sin helhet. Av dessa inkluderades sedan 21 utifrån tidigare beskrivna inklusions- och exklusionskriterier (Figur 1).



Figur 1. Flödesschema över litteraturgranskningen.

Deskriptiva data för de inkluderade studierna presenteras i Tabell 1. Samtliga studier som lästes i fulltext redovisas i Bilaga 2.

1 **Tabell 1.** Översikt över ingående studier.

Artikel	Population	Exponering	Utfall	Uppföljnings-tid	Vibrationsexponering under uppföljningstiden eller andra faktorer av betydelse	Resultat
Nasu et al. (1986)	Huvudsakligen japanska skogsarbetare (N=187)	Främst motorsåg (77 %), 97 % hade använt vibrerande verktyg mer än tre år och (47 %) 10–20 år	Diffus perifer neuropati och nervledningshastighet för medianus- och ulnarisnerv	Minst 5 år	Avbruten HAV-exponering; alla individer fick behandling med paraffinbad, värmebehandling, sjukgymnastik eller vasoaktiva läkemedel	Ingen förbättring avseende självrapporterade sensoriska symptom, förbättring vid klinisk testning
Futatsuka et al. (1986)	Japanska skogsarbetare (N=286)	Motorsåg, minst 100 timmar per år	Diffus perifer neuropati	20 år	Fortsatt HAV-exponering en tid	52 % av 122 personer med neuromuskulära avvikelser vid baslinjen uppvisade förbättring avseende kliniska fynd
Hagberg et al. (1991)	Svenska män (N=41) opererade för KTS varav merparten HAV-exponerade (n=37)	Svetsare, betongarbetare, fordonsförare, skogsarbetare	KTS	I medeltal 5,8 år	Hög- eller lågexponerade för HAV vid baslinje, ej specificerat om HAV-exponering fortsatte under uppföljning	Förbättring av symptom i båda grupper, högexponerade individer upplevde mer domningar både dag- och nattetid vid uppföljning
Bovenzi et al. (1994)	Italienska stenbrottsarbetare (N=62)	Bergbormaskin, bilmaskin	Diffus perifer neuropati	6 år	Fortsatt HAV-exponering hela uppföljningstiden, halva tiden eller inte alls	Ingen signifikant förändring avseende neurosensoriska symptom i någon av grupperna under uppföljningstiden
Ishitake et al. 1995	Japanska skogsarbetare (N=40)	Motorsåg, i medeltal 25 år	Diffus perifer neuropati	3,0 (SD 0,9) år	Avbruten HAV-exponering, paraffinbad, värmebehandling, mikrovågsbehandling, sjukgymnastik och vasoaktiva läkemedel	15,0 % angav mindre domningar, 42,5 % mindre smärta och resten förblev oförändrade eller försämrades; vibrationssinnet försämrades, ingen signifikant skillnad i greppstyrka
Ogasawara et al. (1997)	Japanska HAV-exponerade arbetare (N=353)	Motorsåg, bergbormaskin duration i medeltal 14,6 år	Diffus perifer neuropati	6 år	Fortsatt HAV-exponering för en del men hur stor andel framgår inte, alla fick behandling med vasodilaterande eller anti-inflammatoriska läkemedel samt olika former av värmeterapi	Ingen signifikant skillnad avseende subjektiv rapportering av domningar och smärta eller uppmätta känseltrösklar för vibrationer; försämrad greppstyrka
Atroschi et al. (1998)	Svenska patienter med KTS (N=129) varav en minoritet HAV-exponerade (n=7)	Användning av vibrerande verktyg i snitt fyra timmar per dag i tio år	KTS	6 månader	Osäkert i vilken utsträckning HAV-exponering fortsatte under uppföljningen	HAV-exponering korrelerade med ökad missbelåtenhet tre samt sex månader efter operation; inga samband i tid med återgång i arbete

2

Mirbod et al. (1999)	Japanska fabriksarbetare (N=53)	Slipmaskiner, exponeringstid i medeltal 16 år vid baslinje	Diffus perifer neuropati	4 år	HAV-exponering under uppföljning	Ökad förekomst av domningar i fingrar, känseltrösklar för vibrationer försämrades
Malchaire et al. (2001)	Belgiska industri och stenbrottsarbetare (N=177) ungefär hälften HAV-exponerade (n=69)	Borrar, slipmaskiner, trycklufts-hammare	Diffus perifer neuropati	24 månader	HAV-exponering under uppföljning	Ökad förekomst av domningar bland HAV-exponerade
Bonfiglioli et al. (2006)	Italienska fabriksarbetare (N=51), varav en majoritet deltog vid uppföljning (n=32), samt oexponerade kontroller (n=55)	Trycklufts-drivna skruvdragare	KTS	2 år	HAV-exponering fortsatte men man arbetade på reducerat schema de sista fem månaderna före uppföljning, vissa hade rekommenderats konservativ behandling för KTS, ingen hade opererats.	Av 29 symtomatiska händer blev 19 symtomfria, av 34 händer med motorisk påverkan på neurografi normaliserades 26, av 27 händer med sensorisk påverkan på neurografi normaliserades 20
De Kesel et al. (2008)	Belgiska arbetare som opererades för KTS (N=88)	Tekniker, lantbrukare	KTS	2–14 månader	HAV-exponering upphörde sannolikt under sjukfrånvaro, i övrigt oklart	HAV-exponering var signifikant associerad till två dagar kortare frånvaro från arbetet efter karpaltunneloperation
Rui et al. (2008)	Italienska skogs- och stenbrottsarbetare (n=115) samt oexponerade kontroller (n=64)	Motorsåg, slipmaskin, bilmaskin, exponeringstid minst ett år vid baslinje	Diffus perifer neuropati	1 år	Fortsatt HAV-exponering under uppföljning	HAV-exponering var associerat till sämre utfall på Purdue Pegboard test vid uppföljning
Bovenzi et al. (2011)	Italienska fartygsmekaniker (n=29) och oexponerade kontroller (n=27)	Slipmaskiner, bormaskiner, mutterknackare, skruvdragare	Diffus perifer neuropati	1–3 år	Fortsatt HAV-exponering under uppföljning	Ingen av de symtomatiska personerna förbättrades avseende stickningar eller domningar, temperaturkänsl försämrades för HAV-exponerade med dos-responssamband
Duckworth et al. (2013)	Brittiska patienter med KTS (N=275) en minoritet HAV-exponerade (n=90)	Ej preciserat	KTS	1 år	Alla rekommenderades ortoser, en majoritet fick kortisoninjektion eller operation; huruvida HAV-exponeringen fortsatte under uppföljningen framgår inte	Ingen signifikant påverkan av HAV-exponering på utfallen mätt med QuickDASH
Carlsson et al (2014)	Svenska arbetare med vibrationsskador i händerna (n=26) samt traumatiska handskador (n=64).	Exponeringsduration median (IQR) 30 (4–46) år	Diffus perifer neuropati	8 år	Vid uppföljningen var endast tre deltagare fortfarande HAV-exponerade	Ingen signifikant förbättring avseende köldkänslighet mätt med total poäng på CISS-enkät för gruppen med HAVS, däremot förbättrades kontrollgruppen

Vihlborg et al. (2017)	Svenska manliga industriarbetare med HAV-exponering (N=23) varav en minoritet deltog i uppföljning (n=7)	Huvudsakligen slipmaskiner, daglig exponering i medeltal mellan 2,0–2,5 m/s ² A(8), exponeringstid i år var i snitt 17 år (intervall (5–45))	KTS, diffus perifer neuropati	3 år	HAV-exponering fortsatte men var lägre	Fyra av sju förbättrades avseende neurosensoriska symptom, de tre med KTS hade fått behandling och rapporterade mindre symptom
Nuckols et al. (2018)	Amerikanska arbetare som sökt kompensation för KTS som arbetsskada (N=343) varav 49 % hade antingen HAV-exponering eller kraftkrävande arbete	Arbete som var kraftkrävande eller involverade vibrerande verktyg	KTS	1,5 år	Ej specificerat i hur stor grad HAV-exponering skedde under uppföljning	Potentiellt HAV-exponerade personer uppvisade mindre förbättring avseende subjektiv symptomrapportering, men det fanns ingen skillnad i funktionsstatus
Aarhus et al. (2019)	Norska metallarbetare (N=40) varav 27 hade tecken till vibrationsskada	Slipmaskiner	Diffus perifer neuropati	22 år	Fortsatt HAV-exponering hos majoritet, ålder, kotinin, kolhydratfattigt transferrin, HbA1c, folsyra	Ingen skillnad avseende domningar, eller smärta mellan baslinje och uppföljning, fortsatt HAV-exponering var associerat till ökad fingersmärta; finmotorik mätt med Purdue pegboard test försämrade vid uppföljning men inte mer än förväntat utifrån normalt åldrande
Stirling et al. (2020a)	Brittiska patienter som opererades för KTS (N=469) varav 219 hade arbete, av dessa fanns kompletta data på 178 individer	Ej specificerat mer än själv-rapporterad användning av vibrerande verktyg	KTS	Medel 14,3 månader	Ej specificerat i hur stor grad HAV-exponering skedde under uppföljning	Självrapporterad HAV-exponering var inte signifikant associerat till sannolikhet för återgång i arbete
Stirling et al. (2020b)	Brittiska patienter som opererades för KTS (N=460) varav en minoritet HAV-exponerade (n=119)	Exponering medelvärde 18 år (SD 16), genomsnittlig kumulativ exponering 16599 timmar (SD 20081)	KTS	I genomsnitt 14 månader (intervall 7–49)	Ej specificerat i hur stor grad HAV-exponering skedde under uppföljning	HAV-exponering gav signifikant sämre postoperativt resultat mätt med QuickDASH jämfört med kontrollgrupp
Harris-Adamson et al. (2022)	Amerikanska arbetare med KTS (N=372) varav HAV-exponerade (n=158)	Ej preciserat	KTS	Medel 2,4 år (max 6,4 år)	Ej rapporterat i vilken grad HAV-exponering skedde under uppföljning	HAV-exponering påverkade inte signifikant arbetstakt, kvalitet i utförandet, arbetsfrånvaro eller förekomst av arbetsbyte

Diffus perifer neuropati

Vi identifierade fyra japanska studier från slutet på 1980- och 90-talet som i huvudsak undersökt motorsågsarbetare och fokuserat på Raynauds fenomen men i olika utsträckning också beskrivit neurosensoriska symtom och skador. Den äldsta studien (Nasu och Ishida, 1986) följde 187 personer med diagnosticerad vibrationsskada under minst fem år där HAV-exponeringen hade upphört. Medelåldern var 48,8 år (SD = 7,4). Deltagarna fick under perioden olika typer av behandling (vasoaktiva läkemedel som exempelvis reserpin, sjukgymnastik, paraffinbad samt varma bad). Studien visade att neurosensoriska tester (nålstick och vibrotaktil perception) förbättrades för vissa individer men att det inte skedde någon signifikant förbättring avseende perifer nervfunktion mätt med subjektiva symtom ("numbness, pain"). Författarna drog slutsatsen att symtom och avvikelser vid sensoriska tester som inte gått i regress efter fyra år var att betrakta som permanenta.

Nästa studie (Futatsuka och Sakurai, 1986) inkluderade 286 japanska skogsarbetare med misstänkt vibrationsskada. De undersöktes både under pågående HAV-exponering samt i genomsnitt cirka nio år efter att den upphört. Deltagarna delades in i fyra olika grupper beroende på hur vibrationsskadan yttrade sig samt hur den utvecklats vid uppföljningstillfället. Medelåldern vid symtomdebut varierade mellan 43 och 46 år bland grupperna. Bland arbetare utan Raynauds fenomen men med neuromuskulära avvikelser ("neuromuscular findings") uppvisade 64 personer (52 %) en klar förbättring vid uppföljningen. I hela gruppen ökade dock antalet med nedsatt känsel för vibrationer ("vibrotactile perception") från 56 individer vid undersökning under pågående exponering till 61 personer vid uppföljningen. Författarna själva drog slutsatsen att både åldrande och duration av HAV-exponering var associerade med prognos för neuromuskulära symtom. Exakt vilka symtom som mättes preciseras inte i artikeln.

Vidare identifierades en prospektiv studie på manliga japanska skogsarbetare (N=40) som alla hade dokumenterade vibrationsskador efter att ha arbetat med motorsåg i genomsnitt 25 år (Ishitake et al., 1995). Åldern var i medeltal 60 år (SD 5). Personerna ingick i studien i medeltal 8,3 år efter att de avbrutit HAV-exponeringen. Uppföljning skedde efter i genomsnitt 3,0 år (SD 0,9). Man redovisade självrapporterade neurosensoriska symtom i form av domningar ("numbness") och smärta ("pain"). Vad gäller domningar rapporterade 15,0 % förbättring under uppföljningstiden, 57,5 % ingen förändring och 27,5 % försämring. Vad gäller smärta rapporterade 42,5 % förbättring, 42,5 % ingen förändring och 15,0 % försämring. Känseltröskeln för vibrationer var i medeltal 10,4 dB (SD 8,8) vid baslinjen och 13,5 dB (SD 6,9) vid uppföljningen, vilket utgjorde en signifikant försämring. Greppstyrkan i höger hand var i genomsnitt 25,8 kg (SD 8,7) vid baslinjen och 24,4 kg (SD 9,8) vid uppföljningen vilket inte var en signifikant förändring.

Ytterligare en studie (Ogasawara et al., 1997) undersökte 353 japanska arbetare med diagnosticerad vibrationsskada som hade arbetat med antingen motorsåg eller

bergborrmaskin. Medelåldern var 55 år (SD 6,4) och de hade arbetat med vibrerande verktyg i snitt cirka 15 år. I likhet med studien av Nasu och Ishida behandlades även dessa studiedeltagare med läkemedel (vasodilaterande eller anti-inflammatoriska) samt olika former av värmeterapi. Vid uppföljning efter sex år hade greppstyrkan ("grasping power") försämrats men man fann inga signifikanta förändringar avseende vibrationskänsltrösklar, domningar ("numbness") eller smärta ("pain") i händerna. Detta kan ställas i kontrast till att frekvensen av Raynauds fenomen hade minskat vid uppföljningen. Hur stor andel av studiedeltagarna som var fortsatt HAV-exponerade under uppföljningstiden framgick inte, men av gruppen som diagnosticerats med vita fingrar (n=177) var det endast 6 %. Författarna drog slutsatsen att neuromuskulära besvär (domningar och smärta i händer, nedsatta känsltrösklar för vibrationer samt nedsatt greppstyrka) hade en högre sannolikhet att kvarstå jämfört med vaskulära besvär, även efter långvarig minskning eller undvikande av HAV-exponering.

En italiensk studie med uppföljningstid på sex år undersökte om symtom på neurosensorisk vibrationsskada bland stenhuggare (n=62) påverkades av om de fortsatte exponeras för vibrationer eller inte (Bovenzi et al., 1994). Deltagarna delades in i tre grupper utifrån om de fortsatte exponeras för vibrerande verktyg under hela uppföljningstiden, halva tiden eller inte alls. Medianåldern i grupperna var 45–56 år där de som fortsatte exponeras var signifikant yngre ($p < 0,001$). Neurosensoriska symtom som efterfrågades var stickningar och domningar ("tingling" och "numbness"). Man kunde vid uppföljningen inte påvisa någon statistiskt signifikant förändring av symtombörda i någon av grupperna.

I en japansk studie på industriarbetare (Mirbod et al., 1999) genomfördes uppföljning av 53 arbetare efter fyra år. Medelåldern var vid studiens start 42 år (37–59). Man undersökte prevalens av olika symtom samt resultat på funktionstester och jämförde resultatet vid studiens start med uppföljningstillfället. Resultaten redovisades på gruppnivå och det var en större andel som rapporterade domningar ("finger numbness") efter fyra år; 35,8 % jämfört med 18,9 % vid baslinjen ($p < 0,05$). Man såg ingen signifikant skillnad i förekomst av fingersmärta ("pain"). Däremot observerades en försämring av vibrationskänsltrösklar, både före och efter nedkylning ($p < 0,01$). Beträffande motorik och kraft försämrades greppstyrka ("grasping power") och antal knackningar med långfingret under 30 sekunder ("tapping ability") ($p < 0,01$). Man delade in deltagarna i två grupper utifrån uppskattad storlek på HAV-exponeringen och såg att det fanns en tendens till att gruppen som haft en högre exponering under uppföljningstiden också rapporterade mer domningar efter fyra år. Detta var dock inte en statistiskt signifikant skillnad.

En belgisk studie (Malchaire et al., 2001) undersökte neurosensoriska symtom i form av stickningar och domningar ("tingling and numbness") hos 69 HAV-exponerade industri- eller stenhuggararbetare. Medelåldern var 35,6 år (SD 7,2). Det ursprungliga syftet var att studera incidens. På grund av hög prevalens (cirka 40 %) vid studiens start blev i stället utfallet både förvärrade och nytillkomna symtom sammanslaget. Uppföljningstiden var två år och man hade ett bortfall där endast 47 HAV-exponerade individer var med vid sista uppföljningstillfället. Resultatet som presenteras var att man bland HAV-exponerade såg tillkomst eller försämring av neurosensoriska

symtom (mätt som symtom minst en gång i veckan) på 10,9 %, vilket var signifikant högre än för de arbetare som inte hade HAV-exponering ($p < 0,01$).

En italiensk studie (Rui et al., 2008) omfattade 115 arbetare som HAV-exponerades inom skogs- och stenindustri. Medelåldern var 40,9 år (SD 7,9). Man inkluderade även en icke exponerad kontrollgrupp ($n=64$) i samma åldersspann (medel 39,5; SD 7,2). Vid baslinjen hade HAV-exponerade arbetare signifikant lägre poäng på Purdue pegboard test jämfört med kontrollgruppen (35,9 vs 39,0 poäng; $p < 0,01$). Uppföljningstiden var ett år och resultatet vid uppföljande undersökning visade att HAV-exponering var signifikant associerat med en mindre ökning av poängen mätt med Purdue pegboard test ($p < 0,001$) jämfört med om sådan exponering saknades. Sammantaget fick dock hela studiepopulationen ett bättre resultat vid uppföljning. Man såg även att neurosensoriska symtom såsom stickningar ("tingling") och domningar ("numbness") var associerade med sämre fingerfärdighet.

I en annan italiensk studie undersöktes hur HAV-exponering påverkade vibrations- och temperaturkänslighet i fingrarna hos 29 maskinmekaniker ("naval engine workers"; medelålder 41,6 år; SD 8,6) (Bovenzi et al., 2011). Vid studiens början hade 17 individer (58,6 %) neurosensoriska symtom i fingrarna ("tingling and/or numbness") och dessa besvär fanns kvar hos samtliga vid uppföljningen efter 1–3 år. Tester påvisade signifikant association mellan daglig HAV-exponering och temperaturkänslighet där en enhet högre A(8)-värde resulterade i en ökning av skillnaden mellan värme- och kyltrösklarna med cirka 3,5 °C för både pek- och långfinger ($p < 0,005$). Man såg däremot ingen signifikant påverkan på vibrationskänslighetsvärden av HAV-exponering under uppföljningstiden.

I Sverige genomfördes en studie där man undersökte utvecklingen av självrapporterad köldkänslighet ("cold sensitivity") hos 26 arbetare med vibrationsskador i händerna (Carlsson och Dahlin, 2014). Medianåldern var 61 år (31–73) och uppföljningstiden var åtta år. Vid uppföljningen svarade 24 individer på samtliga frågor och totalt tre personer arbetade vid detta tillfälle fortfarande med vibrerande verktyg. Utvärderingen av symtom skedde med enkäten Cold Intolerance Symptom Severity (CISS) score. Man noterade ingen signifikant förbättring av symtom bland de som hade vibrationsskador, mätt med förändring av total CISS-poäng. Detta kan kontrasteras med att man såg minskning av symtom bland studiedeltagare som diagnosticerats med en traumatisk handskada ($N = 60$, $p = 0,001$). Denna grupp var dock signifikant yngre än de med vibrationsskada (medianålder 51 år; $p = 0,004$). När man i stället studerade enskilda symtom sågs en signifikant minskning av svaghet vid köldexponering ($p = 0,04$) i gruppen med vibrationsskada.

En norsk studie (Aarhus et al., 2019) omfattande 27 arbetare inom metallindustri hade det uttalade syftet att studera naturlförlopp och prognostiska faktorer vid neurosensorisk vibrationsskada. Uppföljningstiden var 22 år och medelåldern vid tiden för uppföljning var 60 år (SD 10). Utfallen var både symtom i form av domningar ("numbness"), smärta, finmotorik (testad med Grooved pegboard) och tvåpunktsdiskrimination. Man påvisade signifikant försämrade resultat avseende Grooved pegboard vid uppföljning: fem sekunder för dominant hand ($Z = -2.4$, p

<0,05) samt åtta sekunder för icke-dominant hand ($Z = -2.5$, $p < 0,05$). Detta bedömdes vara i linje med vad som kan förväntas av normalt åldrande. Nikotinmarkören kotinin var i en regressionsanalys associerad med större försämring av Grooved pegboard-poäng för både dominant ($B = 0,016$; 95 % konfidensintervall 0,002-0,030) och icke-dominant hand ($B = 0,030$; 95 % konfidensintervall 0,002-0,058). Man fann ingen signifikant förändring beträffande symtom i form av domningar eller smärta. En åldersjusterad regressionsanalys påvisade dock en effekt av fortsatt HAV-exponering där 1000 timmar HAV-exponering under uppföljningstiden var associerat med 0,12 poängs ökning på en fyrgradig skala för fingersmärta (95 % konfidensintervall 0,06–0,17).

Karpaltunnelsyndrom

Bland japanska skogsarbetare noterades förbättring av nervledningshastigheter för medianus- och ulnarisnerverna efter upphörd HAV-exponering (Nasu och Ishida, 1986). Detta skedde under första årets uppföljning. Effektstorleken gick inte att räkna ut av presenterade resultat.

En svensk studie som undersökte effekten av kirurgisk behandling för KTS hos 41 män med medelålder 48 år (95 % konfidensintervall 44–53), kom fram till att de som hade haft hög HAV-exponering löpte mångdubbelt högre risk för parestesier ("paresthesiae") natttid (oddskvot 18,2; 95 % konfidensintervall 2,0–164) vid uppföljning cirka sex år senare jämfört med lågexponerade (Hagberg et al., 1991). Båda grupper förbättrades dock efter operationen. Man hittade även signifikant högre förekomst av parestesier dagtid hos högexponerade personer ($p < 0,01$). För symtomen köldkänsla, smärta eller fumlighet ("coldness", "ache", "clumsiness") noterades ingen statistisk signifikant skillnad mellan grupperna.

En svensk studie där 128 personer följdes upp sex månader efter karpaltunneloperation (Atroshi et al., 1998) visade att kraftig HAV-exponering var signifikant associerat med lägre patientnöjdhet (relativ risk 156,5; 95 % konfidensintervall 13,9–1766,3) men inte hur lång tid det tog för patienten att komma tillbaka i arbete. Deltagarnas medelålder var 51 år (21–94) och 75 % var kvinnor. Av studiedagarna var endast sju (5 %) klassificerade som kraftigt HAV-exponerade enligt definitionen att de använt vibrerande verktyg i snitt fyra timmar per dag i tio år och fem av dessa var missnöjda sex månader efter operationen.

Bonfiglioli och medförfattare studerade KTS hos 51 HAV-exponerade italienska fabriksarbetare, medelålder 36,3 år (SD 11,4) (Bonfiglioli et al., 2006). Uppföljning skedde efter två år och omfattade då endast 32 av de som var med i studien från start. HAV-exponeringen bestod i att de använde luftdrivna skruvmejslar mindre än en timme per dag. Man efterfrågade symtom och genomförde neurografier. De sista fem månaderna före uppföljningen hade fabriken ett reducerat schema motsvarande två veckors arbete per månad. Ingen deltagare hade opererats för karpaltunnelsyndrom under uppföljningen men några hade blivit rekommenderade ortoser. Resultatet visade klar förbättring avseende symtom där 19 av totalt 29 symptomatiska händer

blev asymtomatiska. Även beträffande neurografiska avvikelser såg man förbättring. Av totalt 34 händer med avvikelser vid motorisk neurografi vid studiens start var 26 normaliserade vid uppföljning. Motsvarande siffra för sensoriska avvikelser var att 20 av 27 händer normaliserades. För en stor andel saknades överensstämmelse mellan neurografiska avvikelser och symtom.

I en retrospektiv studie på belgiska arbetare som opererats för KTS (De Kesel et al., 2008) var HAV-exponering associerat med två dagar snabbare återgång till arbetet ($p < 0,05$) jämfört med om sådan exponering saknades. Studien inkluderade 88 personer varav några opererades på mer än en sida vilket resulterade i 107 operationer. Medelåldern var 48 år (23–60) och majoriteten ($n=68$) var kvinnor. Närmare beskrivning av HAV-exponeringens beskaffenhet saknades.

Duckworth och medförfattare studerade prospektivt 275 brittiska patienter som behandlades för KTS, medelåldern var 55 år (22–87) (Duckworth et al., 2013). Av dessa hade 90 HAV-exponering i sitt arbete. Samtliga studiedeltagare rekommenderades ortoser och nästan alla fick även kortisoninjektion eller operation. Uppföljningstiden var ett år och det primära utfallsmåttet var förändring i poäng på QuickDASH. I multipel regressionsanalys var HAV-exponering inte signifikant associerat med förändring av QuickDASH-poäng vid uppföljningen. Huruvida HAV-exponeringen fortsatte under uppföljningstiden framgår inte.

En studie undersökte förändring av symtom orsakade av KTS bland 343 amerikanska arbetare (Nuckols et al., 2018). Bland dessa hade 49 % ett arbete som var kraftkrävande (exempelvis krav på att lyfta eller trycka) eller som innebar användning av vibrerande verktyg. Medelåldern var 48 år och 76 % var kvinnor. Uppföljningstiden var 18 månader och utfallet mättes med "The Boston Carpal Tunnel Questionnaire" (BCTQ) som innehåller både självrapporterad symtomskattning och utvärdering av funktion. Resultatet visade att de studiedeltagare som inte rapporterade att arbetet var kraftkrävande eller innebar användning av vibrerande verktyg hade större förbättring av symtom vid uppföljningen (BCTQ-SS $-0,25$, 95 % konfidensintervall 0,06-0,43). Beträffande funktionsnivå påvisades ingen signifikant skillnad.

Under 2020 publicerades två observationsstudier (Stirling et al., 2020a; Stirling et al., 2020b) där man bland patienter i Storbritannien undersökte faktorer av betydelse för prognos efter operation för KTS. En av studierna fokuserade på återgång i arbete efter karpaltunnelsklyvning och inkluderade 469 deltagare som följdes i medel 14 månader (11–33) (Stirling et al. 2020a). En majoritet var kvinnor (66 %) och medelåldern var 62 år (28–93). Resultatet visade att självrapporterad exponering för vibrerande verktyg inte var signifikant associerat till möjligheten att komma åter i arbete. Den andra studien undersökte om självrapporterad HAV-exponering påverkade det postoperativa resultatet mätt med QuickDASH (Stirling et al. 2020b). Man inkluderade totalt 460 individer varav 119 (26 %) uppgav HAV-exponering. De exponerade var i medeltal 60 år (SD 13) och kontrollgruppen 62 år (SD 16). En majoritet av exponerade var män (68 %) vilket var en betydligt större andel än i kontrollgruppen (21 %). Resultatet visade att postoperativ QuickDASH-poäng var sämre i den exponerade gruppen (median 25,0 vs 15,9; $p < 0,05$). Båda grupper

förbättrades postoperativt men i gruppen med HAV-exponering sågs en mindre förbättring (-11,9 vs -17,3; $p < 0,05$). Förändring av QuickDASH var även signifikant korrelerat till kumulativ HAV-exponering ($r = 0,19$; $p < 0,05$). Som sekundärt utfall utvärderades även patienternas hälsa inom fem domäner med enkäten EuroQol (EQ-5D) vilket även detta var signifikant lägre i den exponerade gruppen postoperativt (0,73 vs 0,78; $p < 0,05$). Man såg ingen signifikant skillnad i patientnöjdhet mätt med "Net Promotor Score".

En amerikansk studie undersökte ergonomiska och psykosociala faktorer samt HAV-exponering i relation till arbetsförmåga vid karpaltunnelsyndrom (Harris-Adamson et al., 2022). Studien omfattade 372 arbetare som antingen hade eller fick diagnosen karpaltunnelsyndrom under studiens gång. Efter att en individ uppfyllt diagnoskriterier följdes de i medeltal under 2,4 år. En majoritet var kvinnor (66 %) och 158 hade HAV-exponering. Medianålder var 44,9 år (IQR 36–52). Resultatet visade att HAV-exponering inte var signifikant associerat till något av de tre utfallen: 1) självrapporterad försämring av arbetshastighet eller arbetskvalitet på grund av symtom från hand eller handled; 2) antal dagar man inte kunnat arbeta på grund av symtom från hand eller handled; och 3) byte av arbete eller arbetsuppgifter på grund av symtom från hand eller handled. Dock fann studien samband mellan ergonomiska belastningsfaktorer som repetitivt arbete och kraftgrepp såväl som att psykosociala faktorer ökade risken för nedsatt arbetsförmåga.

Båda utfall

En svensk studie undersökte arbetare vid en mekanisk industri (Vihlborg et al., 2017). Medelåldern var 42 år (25–61) och samtliga var män. Den huvudsakliga HAV-exponeringen kom från slipmaskiner. Totalt inkluderades 23 individer med tecken till vibrationsskada. Efter tre år erbjöds uppföljning till studiedeltagare som fortfarande arbetade på samma enhet och sju personer deltog. Vid denna uppföljning hade fyra av sju förbättrats avseende neurologiska symtom. De tre individer som hade KTS hade under uppföljningstiden fått behandling för detta och upplevde minskade symtom.

Diskussion

Huvudsakliga fynd

Vår litteratursökning identifierade tolv studier som undersökt prognosen för diffus perifer neuropati i händerna. I en majoritet av dessa studier kunde det antingen direkt utläsas, eller utifrån studieupplägget med stor sannolikhet antas, att HAV-exponeringen fortsatte under uppföljningstiden. I fyra studier rapporterades någon form av förbättring under uppföljningstiden varav exponeringen till viss del hade fortsatt i två (Futatsuka och Sakurai, 1986; Vihlborg et al., 2017) och avbrutits i två (Ishitake et al., 1995; Nasu och Ishida, 1986). Förbättringen avsåg subjektiva symtom i tre av dessa studier (Futatsuka och Sakurai, 1986; Ishitake et al., 1995; Vihlborg et al., 2017) och var baserad på klinisk testning i den fjärde (Nasu och Ishida, 1986). Övriga studier visade ingen skillnad mellan baslinje och uppföljning (Aarhus et al., 2019; Bovenzi et al., 1994; Carlsson och Dahlin, 2014) eller en försämring över tid (Bovenzi et al., 2011; Malchaire et al., 2001; Mirbod et al., 1999; Ogasawara et al., 1997; Rui et al., 2008). I flera studier rapporterades att fortsatt HAV-exponering under uppföljningstiden ledde till försämring (Aarhus et al., 2019; Futatsuka och Sakurai, 1986; Malchaire et al., 2001; Rui et al., 2008). I vissa fall saknades kongruens mellan subjektiv rapportering av symtom och undersökningsfynd. Till exempel rapporterades i en av studierna att 15,0 % upplevde minskade domningar och 42,5 % minskad smärta medan test av vibrationssinnet på gruppnivå indikerade fortsatt försämring efter avbruten exponering (Ishitake et al., 1995).

Vad gäller KTS identifierade vi tio studier som undersökt prognosen över tid varav två rapporterade om HAV-exponeringen fortsatte under uppföljningstiden. I en av dessa rapporterades man subjektiv förbättring hos alla fortsatt exponerade (n=3) efter karpaltunnelklyvning (Vihlborg et al., 2017), i den andra noterades man förbättring bland fabriksarbetare vid minskad exponering (Bonfiglioli et al., 2006). Av studier som undersökte prognos för KTS i relation till HAV-exponering vid baslinjen fanns det fyra som indikerade att exponeringen ledde till sämre prognos (Atroshi et al., 1998; Hagberg et al., 1991; Nuckols et al., 2018; Stirling et al., 2020a) och tre som inte visade någon negativ effekt av exponering vid baslinjen på den fortsatta prognosen (Duckworth et al., 2013; Harris-Adamson et al., 2022; Stirling et al., 2020b). En studie visade något oväntat kortare tid till återgång i arbete efter karpaltunneloperation bland HAV-exponerade (De Kesel et al., 2008). Sammanfattningsvis hade personer med HAV-exponering en positiv effekt av karpaltunnelklyvning även om det postoperativa resultatet i flera studier var något sämre jämfört med personer som inte hade exponerats.

Då det i ett flertal av de inkluderade studierna saknades detaljerad information om HAV-exponeringens beskaffenhet (intensitet, duration samt huruvida den upphörde eller minskade) så är det svårt att avgöra i större detalj hur prognosen påverkas av förändrad HAV-exponering efter att nervpåverkan diagnosticerats. Utifrån detta kunde ingen tröskel för HAV-exponering för gynnsam prognos fastställas. Det gick

inte heller att bekräfta att symtom på nervskada går i delvis eller fullständig regress vid upphörd exponering.

Patofysiologin bakom hur HAV-exponering påverkar perifera nerver är komplex och ännu ej fullständigt klarlagd. Vad gäller diffus perifer neuropati, som i tidigt skede framför allt innebär nedsatt neurosensorisk funktion, kan de negativa manifestationerna ibland bekräftas med nervledningsundersökningar och kvantitativ sensorisk testning. Detta stämmer väl med hypotesen att vibrationer orsakar direkta skador på exempelvis digitalnerver eller känselkroppar. Biopsier har även i ett flertal studier påvisat degenerativa förändringar och demyelinisering i perifera nerver utsatta för vibrationer (Dahlin et al., 2014). Beträffande hur vibrationer kan bidra till perifera nervinklämningstillstånd såsom KTS råder också osäkerhet vad gäller patofysiologiska mekanismer. I observationsstudier har det varit metodologiskt svårt att renodla effekter av vibration från andra exponeringar såsom kraftkrävande eller repetitivt arbete som i sig ökar risken (Hassan et al., 2022). Det är också oklart om vibrationer bidrar direkt till trängsel i karpaltunneln, via exempelvis ödem, eller om någon annan mekanism dominerar (Lawson, 2020). Då biopsier har visat att en minskad nervfiberdensitet återfinns både i nervinklämningstillstånd som KTS och som resultat av HAV-exponering har även detta föreslagits som en möjlig mekanism (Dahlin et al., 2014). Andra hypoteser som föreslagits är remodelering i det centrala nervsystemet efter en perifer skada samt att en nerv som skadats en gång kan bli mer känslig för ytterligare skador därefter, så kallat "double crush syndrome".

Metodologiska överväganden

Det fanns få studier som haft som uttalat mål att undersöka prognosen för neurosensoriska skador av HAV-exponering. De resultat som presenteras i kunskapsöversikten är i många fall hämtade från brödtext och tabeller som bifynd. Studiepopulationerna var ofta otydligt definierade både vad gäller exponerings- och utfallsmått och det framgick inte alltid om HAV-exponering fortsatte under uppföljningstiden eller ej. Samtidigt fanns ett flertal andra modifierande faktorer som till exempel olika mer eller mindre etablerade behandlingar samt individberoende faktorer (ålder, kroppsmasseindex, tobaks- och alkoholvanor, övriga sjukdomar) som rapporterades i vissa studier men inte i andra. Sammantaget gör den stora heterogeniteten i det vetenskapliga underlaget det svårt att dra några övergripande slutsatser.

Uppföljningstiden i de inkluderade studierna varierade från några månader upp till 22 år och det kan påverka resultatet på flera sätt. Dels finns starka associationer mellan ålder, kumulativ exponering och uppföljningstid. Eftersom känseln försämras med ökande ålder kan en lång uppföljningstid leda till att man överskattar betydelsen av HAV-exponering. Dels kan lång uppföljningstid också tjäna som en proxymarkör för mer uttalad kumulativ exponering (Nilsson et al., 2016) vilket också torde leda till en försämring.

Diffus perifer neuropati är inte ett enhetligt definierat tillstånd och olika författare har använt skilda mått på nedsatt funktion i händernas känselnerv. I vissa studier har det inte varit tydligt om symtom eller fynd har varit relaterade till påverkan på digitalnerv och känselkroppar i fingrarna eller en mer proximalt belägen perifer nervinklämning. I vissa fall kan både en påverkan på digitalnerv och en perifer nervinklämning ha förelegat. Det är därför svårt att renodla uppdelningen mellan diffus perifer neuropati och KTS. I många fall har man undersökt både subjektiva utfallsmått (symtomrapportering) och mer objektiva bestämningar av nervfunktion (klinisk patientnära testning, kvantitativ sensorisk testning eller nervledningsundersökning). Det var inte alltid tydligt att subjektiva och objektiva utfallsmått påverkas i samma riktning i dessa studier. Till exempel kunde arbetare ange en subjektiv förbättring medan testning visat att känseln försämrats.

Litteratursökningen utformades i samråd med disputerad bibliotekarie och genomgick flera itereringar för att optimera sökträffarna. Trots detta finns en risk att vi har missat relevanta studier som undersökt prognosen för HAV-relaterade neurosensoriska symtom i händerna men använt andra begrepp eller inte indexerats i de databaser vi använt. Det faktum att vi inte identifierade några ytterligare studier vid genomläsning av referenslistor och litteraturöversikter talar emellertid mot att vi skulle ha utelämnat ett större antal relevanta studier.

Kunskapsluckor

Vår kunskapsöversikt identifierade flera kunskapsluckor. Obeaktat vilket utfall som studerats saknades tillräckligt antal studier som tydligt definierat HAV-exponeringen samt om den ökat, minskat eller upphört under uppföljningstiden. Det saknades också studier med fler än ett uppföljningstillfälle. Nästan alla identifierade studier gjorde bedömningen av prognos baserat enbart på en baslinjeundersökning samt ett uppföljningstillfälle efter olika lång tidsrymd, vilket gör det svårt att bedöma den eventuella progresstakten för neurosensoriska skador. En majoritet av studierna saknade även jämförelse mellan studieresultaten och vad som kan förväntas av normalt åldrande. Vad gäller diffus perifer neuropati saknades tillräckligt antal studier som tydligt definierat utfallet i enlighet med svensk klinisk praxis. Vissa utgick enbart från självrapporterade symtom medan andra även hade undersökt känseln med olika tester där metod och tolkning inte var omedelbart överförbara till klinisk verksamhet. Vad gäller KTS fanns ett bättre underlag för att bedöma utfallet över tid, där flera författare använt validerade enkätinstrument som till exempel Quick-DASH eller objektiva metoder som neurografi vid uppföljningen.

Det finns förmodligen ett stort antal faktorer som modifierar förloppet vid en neurosensorisk skada, men de flesta studier tog inte hänsyn till dessa. Således behövs det undersökningar som noga karakteriserar forskningspersonerna och inverkan av potentiellt modifierande faktorer under uppföljningstiden. Faktorer som

skulle kunna vara intressanta att följa är förekomst av sjukdomar (diabetes, B-vitaminbrist och hypotyreos), läkemedel (med neurotoxisk potential), ärftlighet för neurologiska sjukdomar, livstilsvanor (ålder, kroppsmasseindex, tobaks- och alkoholvanor), ergonomiska belastningsfaktorer (inklusive exponering för långvarigt vävnadstryck), exponering för kyla och fritidsexponering för HAV. Slutligen saknas tillräckligt antal studier som undersökt hur en neurosensorisk skada påverkar det fortsatta deltagandet i arbetslivet (arbetsförmåga, arbetsanpassningar, arbetsbyte, sjukskrivning samt förtidspension).

Sammanfattningsvis lämnar det nuvarande kunskapsläget om hur vibrationsorsakade nervskador utvecklas över tid samt hur modifierande faktorer såsom upphörd eller fortsatt HAV-exponering påverkar förloppet mycket att önska. Det är anmärkningsvärt att vi idag fortfarande saknar säker kunskap kring prognosen för detta förhållandevis vanliga tillstånd som till stor del drabbar människor mitt i yrkeslivet. Klinisk praxis vid diagnosticerad vibrationsskada av minst måttlig svårighetsgrad är idag att avråda från fortsatt HAV-exponering för att inte riskera att förvärra tillståndet. En sådan förändring kan innebära ett stort ingrepp i en yrkesverksam människas liv och kan ha långtgående sociala, ekonomiska och hälsomässiga konsekvenser. Det är då särskilt problematiskt att rekommendationen inte vilar på fast vetenskaplig grund. För att komma till rätta med problemet behövs studier med det uttalade syftet att studera prognosen för dessa nervskador. Dessa bör helst vara prospektiva studier med noggrann kartläggning av eventuellt modifierande faktorer där den i särklass viktigaste är i vilken mån det förekommer HAV-exponering under uppföljningstiden eller inte. I bästa fall skulle en sådan studie även inkludera återkommande klinisk undersökning för att även kunna ge information om eventuella funktionsbortfall utöver dem studiedeltagarna själva rapporterar.

Slutsatser

Det vetenskapliga underlaget för att bedöma prognos vid vibrationsskada i form av diffus perifer neuropati eller karpaltunnelsyndrom är begränsat. För diffus perifer neuropati finns enstaka rapporter om att subjektiva besvär kan minska, men det saknas övertygande hållpunkter för förbättring över tid. För karpaltunnelsyndrom har kirurgi en positiv effekt även på de som exponerats för vibrationer, om än i något mindre utsträckning jämfört med oexponerade. Vad gäller prognosen efter att skada konstaterats finns det enstaka studier som observerat sämre prognos för både diffus perifer neuropati och karpaltunnelsyndrom vid fortsatt exponering för hand-armvibrationer, men det behövs fler studier av hög kvalitet för att kunna dra säkra slutsatser.

Referenser

- Aarhus, L., Veiersted, K.B., Nordby, K.C., Bast-Pettersen, R., 2019. Neurosensory component of hand-arm vibration syndrome: a 22-year follow-up study. *Occupational Medicine (Oxford)* 69, 215–218. <https://doi.org/https://dx.doi.org/10.1093/occmed/kqz029>
- Arbetsmiljöverket, 2022. Arbetsmiljön 2021.
- Atroshi, I., Gummesson, C., Johnsson, R., Ornstein, E., 2003. Diagnostic properties of nerve conduction tests in population-based carpal tunnel syndrome. *BMC Musculoskelet Disord* 4, 1–7. <https://doi.org/10.1186/1471-2474-4-9>
- Atroshi, I., Johnsson, R., Ornstein, E., 1998. Patient satisfaction and return to work after endoscopic carpal tunnel surgery. *Journal of Hand Surgery - American Volume* 23, 58–65. [https://doi.org/https://dx.doi.org/10.1016/S0363-5023\(98\)80090-7](https://doi.org/https://dx.doi.org/10.1016/S0363-5023(98)80090-7)
- Bonfiglioli, R., Mattioli, S., Spagnolo, M.R., Violante, F.S., 2006. Course of symptoms and median nerve conduction values in workers performing repetitive jobs at risk for carpal tunnel syndrome. *Occup Med (Chic Ill)* 56(2), 115–121. <https://doi.org/https://dx.doi.org/10.1093/occmed/kqj007>
- Bovenzi, M., Franzinelli, A., Scattoni, L., Vannuccini, L., 1994. Hand-arm vibration syndrome among travertine workers: a follow up study. *Occup Environ Med* 51, 361–365. <https://doi.org/https://dx.doi.org/10.1136/oem.51.6.361>
- Bovenzi, M., Ronchese, F., Mauro, M., 2011. A longitudinal study of peripheral sensory function in vibration-exposed workers. *Int Arch Occup Environ Health* 84, 325–334. <https://doi.org/https://dx.doi.org/10.1007/s00420-010-0549-8>
- Carlsson, I.K., Dahlin, L.B., 2014. Self-reported cold sensitivity in patients with traumatic hand injuries or hand-arm vibration syndrome - an eight year follow up. *BMC Musculoskelet Disord* 15, 83. <https://doi.org/https://dx.doi.org/10.1186/1471-2474-15-83>
- Carlsson, I.K., Rosén, B., Dahlin, L.B., 2010. Self-reported cold sensitivity in normal subjects and in patients with traumatic hand injuries or hand-arm vibration syndrome. *BMC Musculoskelet Disord* 11. <https://doi.org/10.1186/1471-2474-11-89>
- Dahlin, L.B., Sandén, H., Dahlin, E., Zimmerman, M., Thomsen, N., Björkman, A., 2014. Low myelinated nerve-fibre density may lead to symptoms associated with nerve entrapment in vibration-induced neuropathy. *J Occup Med Toxicol* 9. <https://doi.org/10.1186/1745-6673-9-7>
- De Kesel, R., Donceel, P., De Smet, L., 2008. Factors influencing return to work after surgical treatment for carpal tunnel syndrome. *Occupational Medicine (Oxford)* 58, 187–190. <https://doi.org/https://dx.doi.org/10.1093/occmed/kqn034>
- Duckworth, A.D., Jenkins, P.J., Roddam, P., Watts, A.C., Ring, D., McEachan, J.E., 2013. Pain and carpal tunnel syndrome. *Journal of Hand Surgery - American Volume* 38, 1540–1546. <https://doi.org/https://dx.doi.org/10.1016/j.jhsa.2013.05.027>

- Futatsuka, M., Sakurai, T., 1986. A case-control study on the prognosis of vibration syndrome. *Int Arch Occup Environ Health* 58, 113–120. <https://doi.org/https://dx.doi.org/10.1007/BF00380762>
- Hagberg, M., Nystrom, A., Zetterlund, B., 1991. Recovery from symptoms after carpal tunnel syndrome surgery in males in relation to vibration exposure. *Journal of Hand Surgery - American* Volume 16, 66–71. [https://doi.org/https://dx.doi.org/10.1016/s0363-5023\(10\)80015-2](https://doi.org/https://dx.doi.org/10.1016/s0363-5023(10)80015-2)
- HAMILTON, A., 1918. A study of spastic anaemia in the hands of stonecutters. *Bulletin, US Bureau of Labor Statistics* 236, 53–66.
- Harris-Adamson, C., Eisen, E.A., Kapellusch, J., Hegmann, K.T., Thiese, M.S., Dale, A.M., Evanoff, B., Meyers, A.R., Bao, S., Gerr, F., Krause, N., Rempel, D., 2022. Occupational risk factors for work disability following carpal tunnel syndrome: a pooled prospective study. *Occup Environ Med* 79, 442–451. <https://doi.org/https://dx.doi.org/10.1136/oemed-2021-107771>
- Hassan, A., Beumer, A., Kuijer, P.P.F.M., van der Molen, H.F., 2022. Work-relatedness of carpal tunnel syndrome: Systematic review including meta-analysis and GRADE. *Health Sci Rep* 5. <https://doi.org/10.1002/HSR2.888>
- Heaver, C., Goonetilleke, K.S., Ferguson, H., Shiralkar, S., 2011. Hand-arm vibration syndrome: a common occupational hazard in industrialized countries. *J Hand Surg Eur Vol* 36, 354–363. <https://doi.org/10.1177/1753193410396636>
- Ishitake, T., Kihara, T., Matoba, T., 1995. Application of Stockholm criteria to patients with hand-arm vibration syndrome in a follow-up study. *Cent Eur J Public Health* 3, S31–S33.
- Lawson, I.J., 2020. Is carpal tunnel syndrome caused by work with vibrating tools? *Occup Med (Lond)* 70, 8–10. <https://doi.org/10.1093/OCCMED/KQZ142>
- Malakootian, M., Soveizi, M., Gholipour, A., Oveisee, M., 2023. Pathophysiology, Diagnosis, Treatment, and Genetics of Carpal Tunnel Syndrome: A Review. *Cell Mol Neurobiol* 43, 1817–1831. <https://doi.org/10.1007/S10571-022-01297-2>
- Malchaire, J., Piette, A., Cock, N., 2001. Associations between hand-wrist musculoskeletal and sensorineural complaints and biomechanical and vibration work constraints. *Annals of Occupational Hygiene* 45, 479–491. [https://doi.org/https://dx.doi.org/10.1016/s0003-4878\(00\)00084-3](https://doi.org/https://dx.doi.org/10.1016/s0003-4878(00)00084-3)
- Mirbod, S.M., Akbar-Khanzadeh, F., Onozuka, M., Jamali, M., Watanabe, K., Inaba, R., Iwata, H., 1999. A four-year follow-up study on subjective symptoms and functional capacities in workers using hand-held grinders. *Ind Health* 37(4), 415–425. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.2486/indhealth.37.415>
- Nasu, Y., Ishida, K., 1986. Follow-up study of patients with vibration syndrome in Japan. *Scand J Work Environ Health* 12, 313–319. <https://doi.org/10.5271/sjweh.2137>

- Necking, L.E., Lundborg, G., Fridén, J., 2002. Hand muscle weakness in long-term vibration exposure. *Journal of Hand Surgery* 27 B, 520–525. <https://doi.org/10.1054/jhsb.2002.0810>
- Nilsson, T., Wahlström, J., Burström, L., 2017. Hand-arm vibration and the risk of vascular and neurological diseases-A systematic review and meta-analysis. *PLoS One* 12. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0180795>
- Nilsson, T., Wahlström, J., Burström, L., Göteborgs universitet, 2016. Systematiska kunskapsöversikter 9. Kär- och nervskador i relation till exponering för handöverförda vibrationer 74.
- Nuckols, T.K., Conlon, C., Robbins, M., Dworsky, M., Lai, J., Roth, C.P., Levitan, B., Seabury, S., Seelam, R., Benner, D., Asch, S.M., 2018. Quality of care and patient-reported outcomes in carpal tunnel syndrome: A prospective observational study. *Muscle Nerve* 57, 896–904. <https://doi.org/https://dx.doi.org/10.1002/mus.26041>
- Ogasawara, C., Sakakibara, H., Kondo, T., Miyao, M., Yamada, S., Toyoshima, H., 1997. Longitudinal study on factors related to the course of vibration induced white finger. *Int Arch Occup Environ Health* 69(3), 180–184. <https://doi.org/https://dx.doi.org/10.1007/s004200050134>
- Page, M.J., McKenzie, J.E., Bossuyt, P.M., Boutron, I., Hoffmann, T.C., Mulrow, C.D., Shamseer, L., Tetzlaff, J.M., Akl, E.A., Brennan, S.E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J.M., Hróbjartsson, A., Lalu, M.M., Li, T., Loder, E.W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., McGuinness, L.A., Stewart, L.A., Thomas, J., Tricco, A.C., Welch, V.A., Whiting, P., Moher, D., 2021. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ* 372. <https://doi.org/10.1136/BMJ.N71>
- Rui, F., D’Agostin, F., Negro, C., Bovenzi, M., 2008. A prospective cohort study of manipulative dexterity in vibration-exposed workers. *Int Arch Occup Environ Health* 81, 545–551. <https://doi.org/https://dx.doi.org/10.1007/s00420-007-0256-2>
- Shen, S.C., House, R.A., 2017. Hand-arm vibration syndrome: What family physicians should know. *Canadian Family Physician* 63, 206–210.
- Stirling, P.H.C., Jenkins, P.J., Clement, N.D., Duckworth, A.D., McEachan, J.E., 2020a. The Influence of Self-Reported Hand-Arm Vibration Exposure on Functional Outcomes Following Carpal Tunnel Release. *J Hand Surg Am* 45, 1029–1036. <https://doi.org/10.1016/J.JHSA.2020.08.018>
- Stirling, P.H.C., Jenkins, P.J., Clement, N.D., Duckworth, A.D., McEachan, J.E., 2020b. Occupation classification predicts return to work after carpal tunnel decompression. *Occupational Medicine (Oxford)* 70, 415–420. <https://doi.org/https://dx.doi.org/10.1093/occmed/kqaa061>
- Vihlborg, P., Bryngelsson, I.L., Lindgren, B., Gunnarsson, L.G., Graff, P., 2017. Association between vibration exposure and hand-arm vibration symptoms in a Swedish mechanical industry. *Int J Ind Ergon* 62, 77–81. <https://doi.org/https://dx.doi.org/10.1016/j.ergon.2017.02.010>

Appendix

Bilaga 1. Söktermer vid litteratursökningen

Exposure	Diagnosis	Prognosis
exp hand-arm vibration syndrome/ OR hand-arm vibration.ti,ab,kw OR HAV.ti,ab,kw OR HAVS.ti,ab,kw OR vibration exposur*.ti,ab,kw OR vibration injur*.ti,ab,kw OR vibration syndrome*.ti,ab,kw OR vibration trauma.ti,ab,kw OR vibration-induced disease*.ti,ab,kw OR vibration-induced injur*.ti,ab,kw OR vibration-induced syndrome*.ti,ab,kw OR vibration-induced trauma.ti,ab,kw OR vibration-related disease*.ti,ab,kw OR vibration-related injur*.ti,ab,kw OR vibrational disease*.ti,ab,kw OR vibrational injur*.ti,ab,kw OR vibrational syndrome*.ti,ab,kw OR vibrational trauma.ti,ab,kw OR power tool*.ti,ab,kw OR hand held tool*.ti,ab,kw OR impact tool*.ti,ab,kw OR work relat*.ti,ab,kw OR occupat*.ti,ab,kw	Median Neuropathy (MeSH) OR Median ADI3 Neuropath*.ti,ab,kw OR Median ADI3 Disease*.ti,ab,kw OR Median Mononeuropath*.ti,ab,kw OR Median Nerve Entrapment*.ti,ab,kw OR Media# Neuropath*.ti,ab,kw OR Median Nerve Neuralgia*.ti,ab,kw OR Carpal tunnel syndrome*.ti,ab,kw OR Compression Neuropath*.ti,ab,kw OR Entrapment Neuropath*.ti,ab,kw OR Small Fiber Neuropathy (MeSH) OR Small Fiber Neuropath*.ti,ab,kw OR Peripheral neuropath*.ti,ab,kw OR Radial Neuropathy (MeSH) OR Radial Neuropath*.ti,ab,kw OR Supinator Syndrome*.ti,ab,kw OR Radial Nerve Disease*.ti,ab,kw OR Radial Mononeuropath*.ti,ab,kw OR Wrist Drop.ti,ab,kw OR Radial Nerve Entrapment*.ti,ab,kw OR Cheiralgia Paresthetica*.ti,ab,kw OR Radial Tunnel Syndrome*.ti,ab,kw OR Wartenberg Syndrome.ti,ab,kw OR Crutch Pals*.ti,ab,kw OR Radial Pals*.ti,ab,kw OR Saturday Night Pals*.ti,ab,kw OR Crutch Paralysis.ti,ab,kw OR Radial Nerve Pals*.ti,ab,kw OR Radial Nerve Compression*.ti,ab,kw OR Posterior Interosseous Nerve Syndrome*.ti,ab,kw OR Ulnar Neuropathies (MeSH) OR Ulnar Neuropath*.ti,ab,kw OR Ulnar Nerve Disease*.ti,ab,kw OR Ulnar Neuriti*.ti,ab,kw OR Ulnar Nerve Pals*.ti,ab,kw OR Digital nerve*.ti,ab,kw OR Small Fiber Neuropathy (MeSH) OR Small Fiber Neuropath*.ti,ab,kw OR Small Fibre Neuropath*.ti,ab,kw OR Paresthesia (MeSH) OR Paresthesia*.ti,ab,kw OR Dysesthesia*.ti,ab,kw OR Formication*.ti,ab,kw OR neurosensory*.ti,ab,kw OR sensorineural.ti,ab,kw OR cold sensitivity*.ti,ab,kw OR cold hypersensitivit*.ti,ab,kw OR cold intoleran*.ti,ab,kw	Prognosis (MeSH) OR Prognos#.ti,ab,kw OR Prognostic Factor*.ti,ab,kw OR Follow-Up Studies (MeSH) OR Follow-Up Stud*.ti,ab,kw OR Followup Stud*.ti,ab,kw OR Cohort studies (MeSH) OR Cohort Stud*.ti,ab,kw OR Cohort Analys*.ti,ab,kw OR Incidence Stud*.ti,ab,kw OR Longitudinal Stud*.ti,ab,kw OR Longitudinal Survey*.ti,ab,kw OR Prospective Studies (MeSH) OR Prospective stud*.ti,ab,kw

Bilaga 2. Lista över exkluderade artiklar som lästes i fulltext

Adams, M. L., Franklin, G. M. and Barnhart, S. (1994) 'Outcome of carpal tunnel surgery in Washington State workers' compensation', *American Journal of Industrial Medicine*, 25(4), pp. 527-36.

Almeida, V. and de Carvalho, M. (2010) 'Lesion of the deep palmar branch of the ulnar nerve: causes and clinical outcome', *Neurophysiologie Clinique*, 40(3), pp. 159-64.

Anderson, J. T., Stephens, A. R., Haas, A. R., Ahn, N. U. and Kazmers, N. H. (2022) 'Evaluation of Factors Affecting Return to Work Following Carpal Tunnel Release: A Statewide Cohort Study of Workers' Compensation Subjects', *Journal of Hand Surgery - American Volume*, 47(6), pp. 544-553.

Bahar-Moni, A. S., Abdullah, S., Fauzi, H., Chee-Yuen, S. Y., Abdul-Razak, F. Z. and Sapuan, J. (2019) 'Demographics of patients undergoing carpal tunnel release in an urban tertiary hospital in Malaysia', *Malaysian Orthopaedic Journal*, 13(3), pp. 53-59.

Bekkelund, S. I., Pierre-Jerome, C., Torbergsen, T. and Ingebrigtsen, T. (2001) 'Impact of occupational variables in carpal tunnel syndrome', *Acta Neurologica Scandinavica*, 103(3), pp. 193-7.

Bonfiglioli, R. (2018) 'Update on physical factors from the Italian octopus study', *Occupational and Environmental Medicine*, 75(Supplement 2), pp. A257-A258.

- Bonfiglioli, R., Mattioli, S., Armstrong, T., Graziosi, F., Marinelli, F., Farioli, A. and Violante, F. (2011) 'Carpal tunnel syndrome and manual work: The first 3 years of a longitudinal study', *Occupational and Environmental Medicine*, 1), pp. A32.
- Bonfiglioli, R., Mattioli, S., Armstrong, T. J., Graziosi, F., Marinelli, F., Farioli, A. and Violante, F. S. (2013) 'Validation of the ACGIH TLV for hand activity level in the OCTOPUS cohort: A two-year longitudinal study of carpal tunnel syndrome', *Scandinavian Journal of Work, Environment and Health*, 39(2), pp. 155-163.
- Botte, M. J., von Schroeder, H. P., Abrams, R. A. and Gellman, H. (1996) 'Recurrent carpal tunnel syndrome', *Hand Clinics*, 12(4), pp. 731-43.
- Bovenzi, M. (1998) 'Exposure-response relationship in the hand-arm vibration syndrome: an overview of current epidemiology research', *International Archives of Occupational & Environmental Health*, 71(8), pp. 509-19.
- Bovenzi, M., Prodi, A. and Mauro, M. (2015) 'Relationships of neurosensory disorders and reduced work ability to alternative frequency weightings of hand-transmitted vibration', *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 41(3), pp. 247-58.
- Buchanan, H., Van Niekerk, L. and Grimmer, K. (2022) 'Work transition after hand injury: A scoping review', *Journal of Hand Therapy*, 35(1), pp. 11-23.
- Bylund, S. H., Burstrom, L. and Knutsson, A. (2002) 'A descriptive study of women injured by hand-arm vibration', *Annals of Occupational Hygiene*, 46(3), pp. 299-307.
- Cha, S. M., Shin, H. D., Ahn, J. S., Beom, J. W. and Kim, D. Y. (2016) 'Differences in the Postoperative Outcomes According to the Primary Treatment Options Chosen by Patients With Carpal Tunnel Syndrome: Conservative Versus Operative Treatment', *Annals of Plastic Surgery*, 77(1), pp. 80-4.
- Cheadle, A., Franklin, G., Wolfhagen, C., Savarino, J., Liu, P. Y., Salley, C. and Weaver, M. (1994) 'Factors influencing the duration of work-related disability: a population-based study of Washington State workers' compensation', *American Journal of Public Health*, 84(2), pp. 190-6.
- Chu, M. M., Chan, J. and Chan, C. C. (2021) 'Predicting outcomes of conservative treatment for patients with carpal tunnel syndrome: Group- and individual-based rehabilitation', *Hong Kong Journal of Occupational Therapy : HKJOT*, 34(1), pp. 39-49.
- Clemm, T., Lunde, L. K., Ulvestad, B., Faerden, K. and Nordby, K. C. (2022) 'Exposure-response relationship between hand-arm vibration exposure and vibrotactile thresholds among rock drill operators: a 4-year cohort study', *Occupational and Environmental Medicine*, 79(11), pp. 775-781.
- Collins, E. D., Novak, C. B., Mackinnon, S. E. and Weisenborn, S. A. (1996) 'Long-term follow-up evaluation of cold sensitivity following nerve injury', *Journal of Hand Surgery - American Volume*, 21(6), pp. 1078-85.
- Cooke, R., Lawson, I., Gillibrand, S. and Cooke, A. (2022) 'Carpal tunnel syndrome and Raynaud's phenomenon: a narrative review', *Occupational Medicine (Oxford)*, 72(3), pp. 170-176.

- Dale, A. M., Gardner, B. T., Zeringue, A., Strickland, J., Descatha, A., Franzblau, A. and Evanoff, B. A. (2014) 'Self-reported physical work exposures and incident carpal tunnel syndrome', *American Journal of Industrial Medicine*, 57(11), pp. 1246-54.
- Dale, A. M., Harris-Adamson, C., Rempel, D., Gerr, F., Hegmann, K., Silverstein, B., Burt, S., Garg, A., Kapellusch, J., Merlino, L., Thiese, M. S., Eisen, E. A. and Evanoff, B. (2013) 'Prevalence and incidence of carpal tunnel syndrome in US working populations: pooled analysis of six prospective studies', *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 39(5), pp. 495-505.
- Daniell, W. E., Fulton-Kehoe, D., Chiou, L. A. and Franklin, G. M. (2005) 'Work-related carpal tunnel syndrome in Washington State workers' compensation: temporal trends, clinical practices, and disability', *American Journal of Industrial Medicine*, 48(4), pp. 259-69.
- Daniell, W. E., Fulton-Kehoe, D. and Franklin, G. M. (2009) 'Work-related carpal tunnel syndrome in Washington State workers' compensation: utilization of surgery and the duration of lost work', *American Journal of Industrial Medicine*, 52(12), pp. 931-42.
- Dupuis, H. and Riedel, S. (1995) 'Experience on the reversibility of the vibration-induced white finger disease', *Central European Journal of Public Health*, 3 Suppl, pp. 19-21.
- Edgington, E. (1983) 'Carpal tunnel syndrome - an occupational risk', *Canadian Dental Hygienist*, 17(3), pp. 66-9.
- Edlund, M., Burstrom, L., Gerhardsson, L., Lundstrom, R., Nilsson, T., Sanden, H. and Hagberg, M. (2014) 'A prospective cohort study investigating an exposure-response relationship among vibration-exposed male workers with numbness of the hands', *Scandinavian Journal of Work, Environment and Health*, 40(2), pp. 203-209.
- Fadel, M., Lancigu, R., Raimbeau, G., Roquelaure, Y. and Descatha, A. (2017) 'Occupational prognosis factors for ulnar nerve entrapment at the elbow: A systematic review', *Hand Surgery and Rehabilitation*, 36(4), pp. 244-249.
- Faucett, J., Blanc, P. D. and Yelin, E. (2000) 'The impact of carpal tunnel syndrome on work status: Implications of job characteristics for staying on the job', *Journal of Occupational Rehabilitation*, 10(1), pp. 55-69.
- Ferrero, M., Pescarmona, G. P., Romano, C., Dutto, E., Oprandi, G., Parola, P. G., Gullino, A. and Brach Del Prever, E. M. (2001) 'The carpal tunnel syndrome: Etiologic and prognostic role of biological and professional risk factors. [Italian, English]', *Minerva Ortopedica e Traumatologica*, 52(4-5), pp. 185-193.
- Feuerstein, M., Burrell, L. M., Miller, V. I., Lincoln, A., Huang, G. D. and Berger, R. (1999) 'Clinical management of carpal tunnel syndrome: a 12-year review of outcomes', *American Journal of Industrial Medicine*, 35(3), pp. 232-45.
- Franklin, G. M. and Fulton-Kehoe, D. (1996) 'Outcomes research in Washington state workers' compensation', *American Journal of Industrial Medicine*, 29(6), pp. 642-8.

Franklin, G. M., Haug, J., Heyer, N., Checkoway, H. and Peck, N. (1991) 'Occupational carpal tunnel syndrome in Washington State, 1984-1988', *American Journal of Public Health*, 81(6), pp. 741-6.

Friden, J. (2001) 'Vibration damage to the hand: clinical presentation, prognosis and length and severity of vibration required', *Journal of Hand Surgery - British Volume*, 26(5), pp. 471-4.

Frost, P., Johnsen, B., Fuglsang-Frederiksen, A. and Svendsen, S. W. (2013) 'Predictors of work incapacity among patients examined with nerve conduction studies on suspicion of ulnar neuropathy: A prognostic cohort study', *European Journal of Epidemiology*, 1), pp. S113.

Futatsuka, M., Fukuda, Y. and Uchino, M. (2000) 'A follow up study on the consequences of VWF patients in workers using chain saws in Japanese National Forests', *Journal of Occupational Health*, 42(4), pp. 192-195.

Gainer, J. V., Jr. and Nugent, G. R. (1977) 'Carpal tunnel syndrome: report of 430 operations', *Southern Medical Journal*, 70(3), pp. 325-8.

Garg, A., Hegmann, K. T., Wertsch, J. J., Kapellusch, J., Thiese, M. S., Bloswick, D., Merryweather, A., Sesek, R., Deckow-Schaefer, G., Foster, J., Wood, E., Kendall, R., Sheng, X. and Holubkov, R. (2012) 'The WISTAH hand study: a prospective cohort study of distal upper extremity musculoskeletal disorders', *BMC Musculoskeletal Disorders*, 13, pp. 90.

Gerger, H., Macri, E. M., Jackson, J. A., Elbers, R. G., van Rijn, R., Sogaard, K., Burdorf, A., Koes, B. and Chiarotto, A. (2024) 'Physical and psychosocial work-related exposures and the incidence of carpal tunnel syndrome: A systematic review of prospective studies', *Applied Ergonomics*, 117, pp. 104211.

Giostad, A., Zimmerman, M., Anker, I., Dahlin, E., Dahlin, L. B. and Nyman, E. (2022) 'Factors influencing return to work after surgery for ulnar nerve compression at the elbow', *Scientific Reports*, 12(1), pp. 22229.

Grabiner, M. D. and Gregor, R. J. (2003) 'Revisiting the work-relatedness of carpal tunnel syndrome', *Exercise & Sport Sciences Reviews*, 31(3), pp. 123-6.

Harris-Adamson, C., Eisen, E. A., Dale, A. M., Evanoff, B., Hegmann, K. T., Thiese, M. S., Kapellusch, J. M., Garg, A., Burt, S., Bao, S., Silverstein, B., Gerr, F., Merlino, L. and Rempel, D. (2013) 'Personal and workplace psychosocial risk factors for carpal tunnel syndrome: a pooled study cohort', *Occupational & Environmental Medicine*, 70(8), pp. 529-37.

Harris-Adamson, C., Eisen, E. A., Kapellusch, J., Garg, A., Hegmann, K. T., Thiese, M. S., Dale, A. M., Evanoff, B., Burt, S., Bao, S., Silverstein, B., Merlino, L., Gerr, F. and Rempel, D. (2015) 'Biomechanical risk factors for carpal tunnel syndrome: a pooled study of 2474 workers', *Occupational & Environmental Medicine*, 72(1), pp. 33-41.

Hassan, A., Beumer, A., Kuijer, P. P. F. M. and van der Molen, H. F. (2022) 'Work-relatedness of carpal tunnel syndrome: Systematic review including meta-analysis and GRADE', *Health Science Reports*, 5(6) (no pagination).

- Heaver, C., Goonetilleke, K. S., Ferguson, H. and Shiralkar, S. (2011) 'Hand-arm vibration syndrome: a common occupational hazard in industrialized countries', *Journal of Hand Surgery: European Volume*, 36(5), pp. 354-63.
- Ibrahim, T., Majid, I., Clarke, M. and Kershaw, C. J. (2009) 'Outcome of carpal tunnel decompression: the influence of age, gender, and occupation', *International Orthopaedics*, 33(5), pp. 1305-9.
- Jebson, P. J. and Engber, W. D. (1997) 'Radial tunnel syndrome: long-term results of surgical decompression', *Journal of Hand Surgery - American Volume*, 22(5), pp. 889-96.
- Katz, J. N., Lew, R. A., Bessette, L., Punnett, L., Fossel, A. H., Mooney, N. and Keller, R. B. (1998) 'Prevalence and predictors of long-term work disability due to carpal tunnel syndrome', *American Journal of Industrial Medicine*, 33(6), pp. 543-50.
- Katz, J. N., Losina, E., Amick, B. C., 3rd, Fossel, A. H., Bessette, L. and Keller, R. B. (2001) 'Predictors of outcomes of carpal tunnel release', *Arthritis & Rheumatism*, 44(5), pp. 1184-93.
- Keogh, J. P., Nuwayhid, I., Gordon, J. L. and Gucer, P. W. (2000) 'The impact of occupational injury on injured worker and family: outcomes of upper extremity cumulative trauma disorders in Maryland workers', *American Journal of Industrial Medicine*, 38(5), pp. 498-506.
- Kho, J. Y., Gaspar, M. P., Kane, P. M., Jacoby, S. M. and Shin, E. K. (2017) 'Prognostic Variables for Patient Return-to-Work Interval Following Carpal Tunnel Release in a Workers' Compensation Population', *Hand*, 12(3), pp. 246-251.
- Kihlberg, S. and Hagberg, M. (1997) 'Hand-arm symptoms related to impact and nonimpact hand-held power tools', *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 69(4), pp. 282-288.
- Koskimies, K., Pyykko, I., Starck, J. and Inaba, R. (1992) 'Vibration syndrome among Finnish forest workers between 1972 and 1990', *International Archives of Occupational & Environmental Health*, 64(4), pp. 251-6.
- Lama, M. (2009) 'Carpal tunnel release in patients with negative neurophysiological examinations: clinical and surgical findings', *Neurosurgery*, 65(4 Suppl), pp. A171-3.
- Lawrence, T., Mobbs, P., Fortems, Y. and Stanley, J. K. (1995) 'Radial tunnel syndrome. A retrospective review of 30 decompressions of the radial nerve', *Journal of Hand Surgery - British Volume*, 20(4), pp. 454-9.
- Leclerc, A., Landre, M. F., Chastang, J. F., Niedhammer, I. and Roquelaure, Y. (2001) 'Upper-limb disorders in repetitive work', *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 27(4), pp. 268-78.
- Linde, F., Rydberg, M. and Zimmerman, M. (2022) 'Surgically Treated Carpal Tunnel Syndrome and Ulnar Nerve Entrapment at the Elbow in Different Occupations and their Effect on Surgical Outcome', *Journal of Occupational & Environmental Medicine*, 64(6), pp. e369-e373.

- Louis, D. S., Calkins, E. R., Harris, P. G. and Wolens, D. (1996) 'Carpal tunnel syndrome in the work place', *Hand Clinics*, 12(2), pp. 305-308.
- Manktelow, R. T., Binhammer, P., Tomat, L. R., Bril, V. and Szalai, J. P. (2004) 'Carpal tunnel syndrome: cross-sectional and outcome study in Ontario workers', *Journal of Hand Surgery - American Volume*, 29(2), pp. 307-17.
- Mason, H. J., Poole, K. and Elms, J. (2005) 'Upper limb disability in HAVS cases--how does it relate to the neurosensory or vascular elements of HAVS?', *Occupational Medicine (Oxford)*, 55(5), pp. 389-92.
- Mondelli, M., Ginanneschi, F. and Rossi, A. (2009) 'Evidence of improvement in distal conduction of ulnar nerve sensory fibers after carpal tunnel release', *Neurosurgery*, 65(4), pp. 696-700; discussion 701.
- Nancollas, M. P., Peimer, C. A., Wheeler, D. R. and Sherwin, F. S. (1995) 'Long-term results of carpal tunnel release', *Journal of Hand Surgery - British Volume*, 20(4), pp. 470-4.
- Nathan, P. A., Keniston, R. C., Myers, L. D. and Meadows, K. D. (1992) 'Longitudinal study of median nerve sensory conduction in industry: relationship to age, gender, hand dominance, occupational hand use, and clinical diagnosis', *Journal of Hand Surgery - American Volume*, 17(5), pp. 850-7.
- Nathan, P. A., Keniston, R. C., Myers, L. D. and Meadows, K. D. (1992) 'Obesity as a risk factor for slowing of sensory conduction of the median nerve in industry. A cross-sectional and longitudinal study involving 429 workers', *Journal of Occupational Medicine*, 34(4), pp. 379-83.
- Nemarnik, R. E. and Macan, J. (2018) 'Employment status of workers with a diagnosed occupational disease in Croatia: a 10-year trend (2005-2014)', *Arhiv Za Higijenu Rada i Toksikologiju*, 69(3), pp. 220-225.
- Newington, L. (2019) 'Getting back to work after elective carpal tunnel release surgery', *Rheumatology (United Kingdom)*, 58(Supplement 3), pp. iii17.
- Newington, L., Stevens, M., Warwick, D., Adams, J. and Walker-Bone, K. (2018) 'Sickness absence after carpal tunnel release: A systematic review of the literature', *Scandinavian Journal of Work, Environment and Health*, 44(6), pp. 557-567.
- Olney, J. R., Quenzer, D. E. and Makowsky, M. (1999) 'Contested claims in carpal tunnel surgery: outcome study of worker's compensation factors', *Iowa Orthopaedic Journal*, 19, pp. 111-21.
- Parot-Schinkel, E., Roquelaure, Y., Ha, C., Leclerc, A., Chastang, J. F., Raimbeau, G., Chaise, F. and Descatha, A. (2011) 'Factors affecting return to work after carpal tunnel syndrome surgery in a large French cohort', *Archives of Physical Medicine & Rehabilitation*, 92(11), pp. 1863-9.
- Pelmear, P. L. and Kusiak, R. (1994) 'Clinical assessment of hand-arm vibration syndrome', *Nagoya Journal of Medical Science*, 57 Suppl, pp. 27-41.
- Peters, S., Johnston, V., Hines, S., Ross, M. and Coppieters, M. (2016) 'Prognostic factors for return-to-work following surgery for carpal tunnel syndrome: a systematic

review', JBI Database Of Systematic Reviews And Implementation Reports, 14(9), pp. 135-216.

Pyykko, I., Korhonen, O., Farkkila, M., Starck, J., Aatola, S. and Jantti, V. (1986) 'Vibration syndrome among Finnish forest workers, a follow-up from 1972 to 1983', *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 12(4 Spec No), pp. 307-12.

Rempel, D., Gerr, F., Harris-Adamson, C., Hegmann, K. T., Thiese, M. S., Kapellusch, J., Garg, A., Burt, S., Bao, S., Silverstein, B., Merlino, L., Dale, A. M. and Evanoff, B. (2015) 'Personal and workplace factors and median nerve function in a pooled study of 2396 US workers', *Journal of Occupational & Environmental Medicine*, 57(1), pp. 98-104.

Roquelaure, Y., Garlantezec, R., Evanoff, B. A., Descatha, A., Fassier, J. B. and Bodin, J. (2020) 'Personal, biomechanical, psychosocial, and organizational risk factors for carpal tunnel syndrome: A structural equation modeling approach', *Pain*, 161(4), pp. 749-757.

Roquelaure, Y., Garlantezec, R., Rousseau, V., Descatha, A., Evanoff, B., Mattioli, S., Goldberg, M., Zins, M. and Bodin, J. (2020) 'Carpal tunnel syndrome and exposure to work-related biomechanical stressors and chemicals: Findings from the Constances cohort', *PLoS ONE [Electronic Resource]*, 15(6), pp. e0235051.

Seidel, D. H., Ditchen, D. M., Hoehne-Huckstadt, U. M., Rieger, M. A. and Steinhilber, B. (2019) 'Quantitative Measures of Physical Risk Factors Associated with Work-Related Musculoskeletal Disorders of the Elbow: A Systematic Review', *International Journal of Environmental Research & Public Health [Electronic Resource]*, 16(1), pp. 05.

Shen, S. C. and House, R. A. (2017) 'Hand-arm vibration syndrome: What family physicians should know', *Canadian Family Physician*, 63(3), pp. 206-210.

Shin, A. Y., Perlman, M., Shin, P. A. and Garay, A. A. (2000) 'Disability outcomes in a worker's compensation population: surgical versus nonsurgical treatment of carpal tunnel syndrome', *American Journal of Orthopedics (Chatham, Nj)*, 29(3), pp. 179-84.

Spector, J. T., Turner, J. A., Fulton-Kehoe, D. and Franklin, G. (2012) 'Pre-surgery disability compensation predicts long-term disability among workers with carpal tunnel syndrome', *American Journal of Industrial Medicine*, 55(9), pp. 816-832.

Sperka, P., Cherry, N., Burnham, R. and Beach, J. (2008) 'Impact of compensation on work outcome of carpal tunnel syndrome', *Occupational Medicine (Oxford)*, 58(7), pp. 490-5.

Strasberg, S. R., Novak, C. B., Mackinnon, S. E. and Murray, J. F. (1994) 'Subjective and employment outcome following secondary carpal tunnel surgery', *Annals of Plastic Surgery*, 32(5), pp. 485-9.

Sutinen, P., Toppila, E., Starck, J., Brammer, A., Zou, J. and Pyykko, I. (2006) 'Hand-arm vibration syndrome with use of anti-vibration chain saws: 19-year follow-up study of forestry workers', *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 79(8), pp. 665-671.

- Svendsen, S. W., Johnsen, B., Fuglsang-Frederiksen, A. and Frost, P. (2013) 'Prognosis of ulnar neuropathy and ulnar neuropathy-like symptoms in relation to occupational biomechanical exposures and lifestyle', *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 39(5), pp. 506-14.
- Tabatabaeifar, S., Svendsen, S. W. and Frost, P. (2020) 'Carpal Tunnel Syndrome as Sentinel for Harmful Hand Activities at Work: A Nationwide Danish Cohort Study', *Journal of Occupational & Environmental Medicine*, 62(5), pp. 375-382.
- Trimm, A. (1966) 'Carpal tunnel syndrome', *Practitioner*, 196(1173), pp. 410-412.
- Turner, J. A., Franklin, G., Fulton-Kehoe, D., Sheppard, L., Wickizer, T. M., Wu, R., Gluck, J. V., Egan, K. and Stover, B. (2007) 'Early predictors of chronic work disability associated with carpal tunnel syndrome: a longitudinal workers' compensation cohort study', *American Journal of Industrial Medicine*, 50(7), pp. 489-500.
- Violante, F. S., Armstrong, T. J., Fiorentini, C., Graziosi, F., Risi, A., Venturi, S., Curti, S., Zanardi, F., Cooke, R. M. T., Bonfiglioli, R. and Mattioli, S. (2007) 'Carpal tunnel syndrome and manual work: A longitudinal study', *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 49(11), pp. 1189-1196.
- Violante, F. S., Farioli, A., Graziosi, F., Marinelli, F., Curti, S., Armstrong, T. J., Mattioli, S. and Bonfiglioli, R. (2016) 'Carpal tunnel syndrome and manual work: the OCTOPUS cohort, results of a ten-year longitudinal study', *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 42(4), pp. 280-90.
- Wellman, H., Davis, L., Punnett, L. and Dewey, R. (2004) 'Work-Related Carpal Tunnel Syndrome (WR-CTS) in Massachusetts, 1992-1997: Source of WR-CTS, Outcomes, and Employer Intervention Practices', *American Journal of Industrial Medicine*, 45(2), pp. 139-152.
- Werner, R. A., Gell, N., Franzblau, A. and Armstrong, T. J. (2001) 'Prolonged median sensory latency as a predictor of future carpal tunnel syndrome', *Muscle and Nerve*, 24(11), pp. 1462-1467.
- Whibley, D., Martin, K. R., Lovell, K. and Jones, G. T. (2015) 'A systematic review of prognostic factors for distal upper limb pain', *British Journal of Pain*, 9(4), pp. 241-255.
- Yawn, P. M., Kurland, R. L., Kurland, M. and Yawn, R. A. (2001) 'Relationship of workers' compensation status and duration of preoperative carpal tunnel symptoms', *Minnesota Medicine*, 84(3), pp. 52-6.