

Röntgendiagnosticerad handartros i relation till exponering för handöverförda vibrationer

En systematisk kunskapsöversikt och meta-analys

Tohr Nilsson¹
Jens Wahlström¹
Eirik Reiherth²
Lage Burström¹

¹ Umeå Universitet, Avdelningen för hållbar hälsa,
Yrkes- och miljömedicin, Umeå

² UiT, Norges Arktiske Universitet, Universitetsbiblioteket,
Natur- og helsebiblioteket, Tromsø



GÖTEBORGS UNIVERSITET

Första upplagan år 2022
Tryckt av Kompendiet, Göteborg
© Göteborgs universitet & Författarna

ISBN 978-91-85971-83-1
ISSN 0346-7821

CHEFREDAKTÖR
Kjell Torén, Göteborgs universitet

REDAKTION
Maria Albin, Stockholm
Lotta Dellve, Göteborg
Henrik Kolstad, Århus
Roger Persson, Lund
Kristin Svendsen, Trondheim
Mathias Holm, Göteborg

REDAKTIONSASSISTENT
Ulrika Sjödahl,
Göteborgs universitet

REDAKTIONSRÅD
Kristina Alexanderson, Stockholm
Berit Bakke, Oslo
Lars Barregård, Göteborg
Jens Peter Bonde, Köpenhamn
Jörgen Eklund, Stockholm
Mats Hagberg, Göteborg
Kari Heldal, Oslo
Kristina Jakobsson, Göteborg
Malin Josephson, Stockholm
Bengt Järholm, Umeå
Anette Kærgaard, Herning
Carola Lidén, Stockholm
Svend Erik Mathiassen, Gävle
Catarina Nordander, Lund
Torben Sigsgaard, Århus
Gerd Sällsten, Göteborg
Ewa Wikström, Göteborg
Eva Vingård, Stockholm

Kontakta redaktionen, beställ enstaka nummer eller starta en prenumeration:
E-post: arbeteochhalsa@amm.gu.se, Telefon: 031-786 68 54
En prenumeration kostar 800 kr per år exklusive moms (6 %).

Vill du läsa rapporterna digitalt så kan du kostnadsfritt gå in via länken nedan:
www.amm.se/publikationer

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

INNEHÅLLSFÖRTECKNING	3
FÖRORD	5
Referenser	6
1. Röntgendiagnosticerad handartros i relation till exponering för handöverförda vibrationer	8
1.1 Inledning	8
1.2 Hälsorisker från arbete med vibrerande maskiner	8
1.3 Motiv och övergripande syfte	9
2. Vibrationsexponering	10
2.1. Vibrationsexponeringsdoser	10
3. Hand- och handledsartros	11
3.1. Sjukdom	11
3.2. Diagnos	11
3.3. Epidemiologi.	13
3.4. Klinik	14
3.5. Diagnosklassificering (ICD-10-SE)	15
4. Metod	16
4.1. Falldefinition av röntgendiagnosticerad handartros i rapporten	16
4.2. Systematisk litteratursökning	18
4.3. Bedömning av risk för bias	19
4.4. Meta-analys	19
5. Resultat	20
5.1 Identifiering, screening och selektion	20
5.2. Extraktion av data	22
5.3. Hand- och handledsartros i relation till vibrationsexponering	24
6. Diskussion	27
6.1. Metodtillförlitlighet	29
6.2. Diagnostisk tillförlitlighet	30
6.3. Exponeringstillförlitlighet	31
6.4. Multikollinearitet mellan kumulerad exponering och ålder	32
6.5. Modifierande störfaktorer	33
6.6. Sammanfattning av beskrivande syntes (narrativ syntes)	33
6.7. Statistisk syntes (meta-analys)	34
6.8. Uppmärksammade kunskapsluckor	35
6.9. Uppmärksammade brister i informationsspridning och prevention	35

7. Slutsats	36
8. Referenser	37
APPENDIX	44
Bilaga 1. Kriterier för skattning av risk för snedvridning ("risk of bias").	45
Bilaga 2. Exkluderade studier efter relevansbedömning	45
Exkludera de artiklar som inte var original artiklar utan översikter	45
Exkluderade artiklar som var publicerade på språk annat än engelska	45
Exkluderade artiklar som saknar rätt utfall/exponering	46

FÖRORD

Denna utgåva ingår i den serie av systematiska kunskapssammanställningar som ges ut av Göteborgs Universitet. Dessa kunskapssammanställningar hade ursprungligen sin bakgrund i ett behov att ange riktlinjer för hur man fastställer samband i arbetsskadeförsäkringen. Arbetet inleddes 1981 när en grupp ortopedier, yrkesmedicinare, andra arbetsmiljöforskare och läkare från LO i Läkartidningen diskuterade en modell för bedömning av vilka arbetsställningar som utgjorde skadlig inverkan för besvär i bröst och ländrygg. Gruppen pekade också 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 sedan 2008 ett långsiktigt projekt med avsikt att ta fram nya kunskapssammanställningar inom arbetsmiljöområdet. Arbetet samordnas av Arbets- och miljömedicin vid Sahlgrenska Akademin/Göteborgs 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, Nilsson 2022). Under 2021 har publicerat en analys om arbete efter stroke (Jood 2021) liksom ett mycket uppmärksammat arbete om spridning av luftvägsvirus vid arbetsplatser (Löndahl 2021). Under 2016 presenterades ett uppmärksammat dokument om skador efter exponering för handöverförda vibrationer (Nilsson 2016). Dessutom har vi tagit fram ett mycket efterfrågat dokument om hur diabetiker klarar av olika påfrestande arbetsmiljöer (Knutsson 2013). Eftersom kunskapsläget förändras finns det ett behov av uppdateringar av gamla kunskapssammanställningar, samtidigt som det finns ett behov av kunskapssammanställningar inom nya områden.

Denna nya kunskapsöversikt syftar till att ge kunskap om sambandet mellan exponering för handöverförda vibrationer och uppkomst av artros i handlederna. Externa referenter har varit professor Stefan Lohmander, Lunds universitet och docent Catarina Nordander, Lunds universitet. Vi är tacksamma för författarnas gedigna arbete liksom de värdefulla och konstruktiva bidrag som referenterna har tillfört.

Göteborg, Lund och Umeå juni 2022

Kjell Torén
Maria Albin
Bengt Järvholm

Referenser

- 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 tmmelens rodled. Arbejde och Hälsa 2018;52(4).
- Burström L, Nilsson T, Wahlström J. Exponering för helkroppsvibrationer och uppkomst av ländryggssjuklighet. I; Torén K, Albin M, Järvholm B (red). Systematiska kunskapsöversikter; 2. Exponering för helkroppsvibrationer och uppkomst av ländryggssjuklighet. Arbejde och Hälsa 2012;46(2).
- Gunnarsson LG, Bodin L. Systematiska kunskapsöversikter; 6. Epidemiologiskt påvisade samband mellan Parkinsons sjukdom och faktorer i arbetsmiljön. Arbejde och Hälsa 2014;48(1).
- Gunnarsson LG, Bodin L. Systematiska kunskapsöversikter; 7. Epidemiologiskt påvisade samband mellan ALS och faktorer i arbetsmiljön. Arbejde och Hälsa 2015a;49(1).
- Gunnarsson LG, Bodin L. Epidemiologiskt undersökta samband mellan Alzheimers sjukdom och faktorer i arbetsmiljön. Arbejde och Hälsa 2015b;49(3).
- Gustavsson P, Ljungman P. Arbejde efter hjärtinfarkt – en kunskapssammanställning. Arbejde och Hälsa 2019;53(3).
- Hansson T, Westerholm P. Arbejde och besvär i rörelseorganen. En vetenskaplig värdering av frågor om samband. Arbejde och Hälsa 2001:12.

- Ilar A, Klarekog 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).
- Järholm B. Kunskapsöversikter inom arbetslivsområdet. *Arbete och Hälsa* 2020;54(1).
- K och 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, Reierth E, Burström L. Dupuytren's sjukdom i relation till exponering för handöverförda vibrationer. *Arbete och Hälsa* 2022;56(1).
- Torén K, Albin M, Järholm 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.

1. Röntgendiagnosticerad handartros i relation till exponering för handöverförda vibrationer

1.1 Inledning

Exponering för handöverförda vibrationer förekommer i stor omfattning inom arbetslivet vid manuellt arbete med maskiner och verktyg. Skruv- och mutterdragare, borr- och slipmaskiner är exempel på sådana maskiner. Arbetsmiljöverket bedömer att knappt en av tio sysselsatta utsätts för vibrationer från handhållna maskiner under minst en fjärdedel av den dagliga arbetstiden (1). De yrkesgrupper där högst andel, knappt hälften av alla anställda dagligen är utsatta för vibrationer från handhållna maskiner finns inom byggverksamhet.

1.2. Hälsorisker från arbete med vibrerande maskiner

Exponering för handöverförda vibrationer påverkar nerver, kärl och muskler både akut och på lång sikt. Akuta effekter yttrar sig vanligen som övergående domningar, stickningar, känselnedsättning och/eller nedsatt perifer cirkulation. Akuta symptom försvinner oftast inom cirka 15–30 min efter avslutad exponering (2).

Betydande, långvarig exponering för arbete med vibrerande maskiner samvarierar med en ökad förekomst av bestående skador från övre extremiteternas vaskulära, neurologiska och muskel-skelett system (3). Övergripande har de olika skadorna sammanfattande benämnts som ett hand-arm vibrationsskadesyndrom (HAVS) med vaskulära, neurologiska och led-muskel komponenter. De olika skadekomponenterna kan förekomma var för sig eller tillsammans.

Den vaskulära skadekomponenten representeras av en ökad benägenhet för spasm i fingrarnas små kärl vid exponering för kyla eller stress och yttrar sig genom att fingrar/fingertoppar, blir vita ("vita fingrar" eller "Raynauds fenomen").

Den neurologiska komponenten innefattar skada i handen och fingrarnas nerver (diffus neurosensorisk neuropati) samt störning i nervöverledningen i handleden (karpaltunnelsyndrom). Nervpåverkan yttrar sig som domningar, nedsatt känsel för värme, kyla och beröring eller som störd muskelfunktion. Nervskadan kan även medföra smärta samt yttra sig som en ökad känslighet för kyla (köldintolerans).

Funktionsstörningar i muskelfibrer (4) finns även rapporterat i relation till arbete med vibrerande verktyg liksom uppkomst av bindvävsstråk, noduli och kontrakturer i handflatans senhinnor (Dupuytrens sjukdom) (5) som tillägg till ärftliga orsaker.

Exponering från stötformade slående vibrationer har förutom en cirkulationsstörande effekt även en traumatiserande påverkan på handens ben och leder. Dessa observationer väckte redan på 1920-talet frågan om vibrationer i sig kan bidra till handartros (6, 7) förutom den artros som betingas av åldersförändringar och effekten av manuell kraftergonomisk belastning.

Tidiga studier på arbetare exponerade för i första hand tryckluftsdrivna, slående maskiner rapporterade skador ("Die Pressluftekrankung") med skelettförändringar i form av bencystor, skelettförändringar i handlovens ben samt ledartros. Fynden bedömdes så entydiga och omfattande att benuppluckring (malaci) av månbenet (Kienböcks sjukdom) sedan 1930-talet accepterats som en arbetssjukdom av vibrationsexponering (8) och ingår i ILOs lista över accepterade arbetssjukdomar (nr 505.01) (9). Även om det inte finns någon enkel enskild orsak till Kienböcks sjukdom så bidrar ett flertal olika faktorer, i ett komplext samspel mellan vibrationsexponering, anatomiska förutsättningar, kärl- och blodförsörjning med mikrotrauma och skador till uppkomsten (10). Vibrationsexponerings ogynnsamma effekt på blodcirkulationen skulle kunna vara en sådan särskilt bidragande orsak.

Senare tids deskriptiva prevalensstudier har rapporterat hög förekomst av förändringar i handens benskelett, artros i fingrarnas leder samt sen- och muskelskador efter arbete med vibrerande maskiner (11).

För ett möjligt samband mellan artros i hand, handled och vibrationsexponering talar ett antal enskilda studier sammanfattat i kunskapsöversikter (Tabell 5), oaktat att studierna inte särskiljer biomekanisk belastning från vibrationsexponering (12, 13). Andra författare rapporterar att samband saknas (11, 14). Gemensamt för flertalet av dessa kunskapsöversikter är emellertid att exponering ofta baseras på enbart arbetstitel samt att uppgifter om uppmätt exponeringsdos saknas. Falldefinitionerna är ofta vida och innefattar omväxlande såväl röntgen- som klinisk symptomklassificering av artros, utan åtskillnad.

Fallrapporter publicerade även under de allra senaste åren efterfrågar kunskapsunderlaget om ett eventuellt samband mellan röntgenfynd i hand- och handled och vibrationsexponering (15).

1.3. Motiv och övergripande syfte

Det finns idag ingen uppdaterad evidensbaserad systematisk kunskapsöversikt för sambandet mellan hand-arm vibrationsexponering och röntgendiagnosticerad artros i finger- och handled respektive för benuppluckring (malaci) av handlovsben där vibrationsexponeringsnivåerna kan jämföras.

Det saknas även riskbedömningsmodeller som medger risk-värdering utifrån exponerings-respons samband.

Följande systematiska kunskapsöversikt syftar till att specifikt besvara frågan om röntgendiagnosticerade artrosförändringar i händerna är relaterat till exponering för handöverförda vibrationer. Syftet avgränsas sålunda till enbart studier på karaktäristiska röntgenfynd för artros och bortser från de studier som utgår från kliniska fynd och subjektiva besvär.

Kunskapsöversikten syftar även till att bedöma eventuellt exponerings-svars samband mellan vibrationsdos och röntgendiagnosticerade artrosförändringar samt värdera sambandet med hänsyn tagen till modifierande individfaktorer liksom annan samvarierande exponering.

2. Vibrationsexponering

Den vibrationsexponering som kan orsaka akuta eller bestående effekter kan beskrivas med olika grader av precision. En definition är att beskriva exponeringen i form av antal arbetsår eller antalet arbetstimmar per dag som innebär arbete med vibrerande handhållna maskiner. En mer precis bedömning av vibrationsexponeringen erhålls om också hänsyn tas till den vibrationsnivå som de exponerade utsätts för. Nivån på vibrationerna beskrivs i enheten m/s^2 och kan antingen mätas eller uppskattas utifrån tidigare gjorda mätningar. Genom att kombinera uppgifter om vibrationsnivå med daglig exponeringstid kan en daglig vibrationsexponering beräknas. Genom att ta hänsyn till både den dagliga vibrationsexponeringen och hur den varierat över olika tidigare arbetsperioder kan den kumulerade vibrationsexponeringen beskrivas över hela arbetslivet.

2.1. Vibrationsexponeringsdoser

I denna rapport har utgångspunkten varit att beskriva vibrationsexponering med följande fyra mått (doser);

- Dos 1 = Uppskattning av totala antalet år under arbetslivet som inneburit exponering för vibrationer från arbete med vibrerande handhållna maskiner;
- Dos 2 = Uppskattning av antalet timmar per dag som inneburit exponering för vibrationer från arbete med vibrerande handhållna maskiner;
- Dos 3 = Bestämning av den daglig vibrationsexponeringen genom en kombination av den dagliga exponeringstiden och uppmätt vibrationsnivå på de använda maskinerna.
- Dos 4 = Bestämning av den kumulerade totala vibrationsexponering över hela arbetslivet genom en kombination av den dagliga exponeringstiden, uppmätt vibrationsnivå på använda maskiner samt antal år som de olika exponeringarna förekommit.

Samtliga doser är behäftade med osäkerheter men generellt ökar precision och säkerheter i bestämningen av den individuella vibrationsbelastningen med mer objektiva estimat av både exponeringstiden och vibrationsnivån hos använda maskiner.

3. Hand- och handledsartros

3.1. Sjukdom

3.1.1. *Artros i hand- och fingerleder*

Artros ("osteoartrit, osteoartros, artrosis deformans") används som kollektivnamn för ledsvikt till följd av störningar i balansen mellan nedbrytning och nybildning av ledens olika vävnader (ben, brosk, med mera) (16, 17). Artrossjukdomen har historiskt betraktats som en förslitningssjukdom. Senare tids forskning visar emellertid att sjukdomen har en komplex bakgrund där ett flertal skilda orsaksfaktorer samverkar till sjukdomens uppkomst. Blodcirkulationen, inflammatoriska och proinflammatoriska markörer, mekanisk belastning och trauma liksom åldersrelaterade processer samspelar över tid med ärftlig disposition i nedbrytning och pålagringar av ben och brosk i ledstrukturer. Artros kan uppkomma efter leddskada, leddsjukdom, medfödda missbildningar och deformitet samt vid störd neuromuskulär funktion och avvikande mekanik (18) samt spontant utan känd orsak.

Artros är vanligtvis en långsamt progredierande sjukdom som drabbar synovialleder ("äkta" leder) omslutna av en ledkapsel med synovialvätska och synovialhinna. Artros uppkommer vid skada eller störd reparation i någon av ledvävnaderna (ledbrosk, subkondralt ben, ligament, muskler eller synovia). Resultatet i form av nedbrytning av brosk samt benpålagringar åtföljs av smärta, stelhet och funktionshinder. Störningen kan vara lokaliserad till en enda led, ett fåtal leder eller förekomma generellt. Debutålder, ansatta leder, sjukdomsförloppets aggressivitet och omfattning skiljer sig mellan individer och mellan vilka leder som angripits (19).

3.1.2. *Osteonekros med sekundär artros*

Avaskulär nekros av handlovens månben ("Kienböcks" sjukdom, "månbensnekros", "osteonekros" eller "os lunatum malaci") uppkommer vid försämrad eller förlorad blod-försörjning (avaskulär) och medför att den normala benmetabolismen upphör samtidigt som benstrukturer mjukas upp (malaci) (20). En kombination av vaskulära och anatomiska variationer och mikrotraumata bidrar i ett komplext samspel till skadans utveckling (10). Månbensnekros kan medföra formförändringar och deformation av ledytter som i sin tur leder till sekundär artros i omgivande leder.

3.1.3. *Cystor, vakuoler, osteofyter och skleros som tecken på degenerativa störningar*

Ojämn benomsättning kan medföra förändringar i bentäthet med åtföljande hålrum (cystor) som ibland är vätskefyllda (vakuoler). När benomsättningen är störd vad gäller nybildning kan bentillväxt (osteofyter) eller ökad täthet (skleros) manifesteras artros.

3.2. Diagnos

Långt framskriden artros kännetecknas av påvisbara strukturella förändringar på ledernas ben, brosk och ledkapslar, samtidigt som det förekommer symptom på ledvärk, stelhet

och funktionsnedsättning. I tidiga stadier av artrossjukdom kan graden av kliniska tecken och röntgenfynd skilja sig från de upplevda symptomen (21). Diagnostik har i växlande omfattning kommit att baseras på (i) enbart karaktäristiska röntgenfynd, (ii) kliniska fynd och subjektiva besvär eller alternativt som (iii) en kombination av (i) och (ii).

Den medicinska diagnosen artros är klinisk, det vill säga den baseras på patientens symptom och fynd vid vårdgivarens undersökning av patienten. Röntgenfynd kan vid osäkerhet stödja den kliniska diagnosen artros, men är inte obligat. Enbart röntgenfynd utan symptom uppfyller inte klinisk diagnos för artros utan utgör en riskfaktor för klinisk artros.

Den kliniska diagnosen handartros har i många fall baserats på kriterier uppställda av American College of Rheumatology (ACR) (22). ACRs diagnostik har kritiserats för att den i första hand bygger på otillförlitliga subjektiva symptom och kliniska fynd från främst förändringar i 2:a och 3:e fingret samt tumbaslederna.

För benuppluckring (Kienböcks sjukdom) baseras diagnosen på bilddiagnostik med slätröntgen respektive magnetröntgen (MRI) (23). Under senare tid har skada på handlovens leder även graderats utifrån fynd erhållna vid artroskopi (24).

3.2.1. Klassificering

Artros i händerna kan grovt klassificeras utifrån vilka leder som drabbats, förekomst av uppdrivningar (så kallade Heberdenska knutor vid distala interfangeallederna (DIP-leder) och Bouchards knutor vid PIP-leden), förmodade orsaker, ålder vid debut, förekomst av kristaller, erosion och strukturella förändringar påvisbara vid bilddiagnostik (röntgen, MRI, ultraljud).

Röntgenmetodik har hög reliabilitet för att upptäcka erosion och pålagringar (osteofyter) men har lägre säkerhet för att diagnosticera cystor (25). Röntgen har visat sig underlägsen magnetröntgen, datortomografi och ultraljudsundersökningar för att diagnosticera specifika strukturella förändringar (25).

Handartros klassificerad enligt ACR (22) utgår från symptom och kliniska fynd (Tabell 1) där manifestationernas betydelse viktats av experter enligt Delphimetodik.

Tabell 1. Gradering av kliniska tecken och symptom för artros i handen utifrån en progressiv klassificeringsskala enligt Altman et al. (22).

Gradering	Definition
1.	Handsmärta, värk eller stelhet
2.	Förstoring och hård vävnad för 2 eller fler av 10 utvalda leder
3.	Färre än 3 svullna MCP*-leder och antingen
4a.	Förstoring av hård vävnad för 2 eller flera DIP**-leder eller
4b.	Deformitet av 2 eller fler av 10 utvalda leder.

* MCP=Metakarpofalangealled (Fig. 1)

** DIP=Distal interefalangealled (Fig. 1)

I ett separat tillägg till ACR-klassificeringen har författarna presenterat en standardisering av röntgendiagnostiken utifrån förekomst av osteofyter, ledförträngning, felställningar, erosioner, subchondral skleros och subchondrala cystor (26).

Epidemiologiska studier använde tidigt förändringar vid röntgenfynd som falldefinition på artros. Detta till skillnad från den ortopedisk kliniska definitionen där besvärdefinitioner viktas högre vid handläggning och behandling (27).

Ett flertal klassificeringssystem för röntgenfynd används som falldefinition vid artros. (28).

Kellgren och Lawrence (29) formaliserade stadiindelningen baserat på en standardiserad tolkning av röntgenfynd i fem klasser (0–4) (Tabell 2). Graderingen bygger på information om förekomst av osteofyter, cystor, ledspringbredd och skleros. Senare tids utvärderingar där olika röntgenologiska kriterier har jämförts visar att Kellgren skalan fortfarande har hög inter- och intrabedömmar reliabilitet (28). Klassificeringen har sedan den introducerades 1952 (30) reviderats något men kvarstår väsentligen oförändrad (31).

Tabell 2. Gradering av röntgendefinierad artros enligt Kellgren Lawrence (29).

Gradering	Definition
0.	Ingen JSN eller reaktiva pålagringar
1.	Tveksam JSN möjliga osteofyt pålagringar
2.	Definitiv osteofyt pålagring, möjlig JSN
3.	Måttligt med osteofyter, definitiv JSN viss skleros, möjlig bendeformitet
4.	Stora osteofyter, markerad JSNsvår skleros definitiv bendeformitet

* JSN=Joint space narrowing (ledspring bredd)

Kienböcks sjukdom graderas utifrån röntgenfynd enligt Lichmans klassificering (32), eller utifrån Schmitt et al. (33) som vidareutvecklade och innefattande även MRI och artroskopi i Lichman-Bainskalan (24).

3.3. Epidemiologi

I allmänbefolkningen förekommer artros i flertalet av kroppens leder inklusive i händerna. Högst artrosförekomst finner man i de tyngdbärande lederna som knä, höft och ryggrad. Artros förekommer mer sällan i axlar, armbågar, handleder och fotleder. Artros är den vanligaste åldersrelaterade ledsjukdomen i världen (34). Handartros är en heterogen sjukdom där förekomsten modifieras av ett flertal riskfaktorer (35).

I händerna förekommer artros och handsymptom vanligtvis bilateralt och uppträder företrädesvis symmetriskt (22, 36). Vanligtvis drabbas en eller några leder i taget (36). Symtomens intensitet kan växla men utgår ofta från specifika leder. Artros i handens leder engagerar i första hand distala DIP-leden, och förekommer i fallande ordning i tumbasen, andra och tredje metakarpofalangeal (MCP) leden samt i PIP-leden (37).

Prevalensen för artros i händerna i en allmän befolkning beror på vilken åldersgrupp som undersöks och vilka fallkriterier som tillämpas. Förekomsten ökar med ökande

ålder. Bland personer äldre än 65 år anges prevalensen för röntgendefinierad artros i händerna till 48% för män och 69% för kvinnor bland en koreansk allmänbefolkning (38). I en motsvarande finsk befolkningsstudie var prevalensen för röntgenverifierad artros i någon av fingrarna över 75% för män och över 90% för kvinnor (39). Väsentligen jämförbara prevalenser har rapporterats från ”Framingham Osteoarthritis study” (40). I Framingham studien erhöles avsevärt lägre prevalenser för symptomgivande besvär av artros i händerna jämfört med prevalensen för röntgenologiskt diagnosticerad artros (41). Pereira et al. fann i sin systematiska översikt en meta-prevalens på cirka 15% för symptom-baserad diagnostik och 49% för röntgenbaserad diagnostik av handartros (42).

Sammantaget visar flertalet studier att prevalensen av röntgendefinierad artros är högre än prevalensen för artros baserat på besvär- och symptom (43) och att valet av falldefinition avgör förekomstens (prevalensens) respektive uppkomstens (incidensens) storlek.

3.4. Klinik

Den kliniska bilden vid artros är specifik för olika leder. Generellt förekommer ledvärk, stelhet och rörelsebegränsning liksom muskelsvaghet och leddeformiteter (19).

Symtom

- Smärta som förvärras vid belastning och lindras av vila. Smärtan är i allmänhet värre på eftermiddag och kväll och på tidig morgon (44, 45).
- Ömhet över led och ledspringa.
- Stelhet. Övergående morgonstelhet och stelhet efter inaktivitet

3.4.1. Kliniska fynd

- Rörelseinskränkning med minskat rörelseomfång (för såväl aktiv som passiv rörelse). Rörelseinskränkning beror främst på bennybildning och ledkapselörtjockning.
- Ledörtjockning och knutor (Heberden, Bouchard) vilka återspeglar ombyggnad och nybildning av ben och brosk (36).
- Leddeformitet med ändrat mekaniskt rörelsemönster
- Instabilitet
- Krepitationer

3.4.2. Differentialdiagnoser

Diagnosen handartros kräver att ett flertal alternativa differentialdiagnoser utesluts. De vanligaste differentialdiagnoserna är inflammatoriska artriterna som psoriasisartrit (ofta DIP-led); reumatoid artrit (ofta MCP-, PIP-, och hand-leder); gikt och hemokromatos (främst MCP- och hand-leder).

3.4.3. Funktions- och aktivitetsstörning

Artros i kroppens leder är sammantaget den vanligaste orsaken till funktionsnedsättning i Europa enligt TREAT OA (Translational Research in Europe – Applied Technologies

for Osteoarthritis). En kommande ökad förekomst av handikappande artros kan förväntas utifrån att medellivslängden ökar i befolkningen och en tilltagande övervikt.

Sambandet mellan röntgendiagnosticerad handartros och hand-, handleds-smärta har i systematiska översikter visat att gravare röntgenfynd har samband med ökad smärta, fler angripna leder och intensivare rapporterad smärta (46, 47). Vidare framkom (om än ifrågasatt (46)), att artros i tumbasleden (MCP1) medför större problem med smärta än artros i övriga fingerleder (47).

Funktionsnedsättning definierat enligt Health Assessment Questionnaire samvarierar med upplevda besvär definierat utifrån Illness perception questionnaire (48). Sjukdomsupplevelsen utgår från graden av handikapp. När äldre personer med symptomgivande handartros jämförs med motsvarande åldersgrupper utan symptom uppvisar artrospatienter 10% lägre gripkraft, svårigheter att skriva, minskad fingerfärdighet samt svårighet att bära tunga föremål (34). Ett dos-respons samband rapporteras för graden av röntgenologisk handartros och antal angripna leder, högre Kellgren-Lawrence klassificering samt handsmärta (46).

Funktionsbedömning enligt WHO (49) lyfter särskilt fram funktionsnedsättningar till följd av svårigheter för individen i relation till omgivningens krav. Den fysiska begränsningen och smärtan samvarierar med artrosens svårighetsgrad.

3.4.4. Förlopp och prognos

Handartros är vanligen en smärtsam och funktionsnedsättande artros. För närvarande finns det inga läkemedel som kan bota, vända eller stoppa sjukdomen. Sjukdomen kan uppvisa betydande variation i hur den yttrar sig och vilka leder som drabbas (50). Det finns subgrupper av personer med handartros där förloppet är kraftigt accelererat (51). Accelererad symptom-utveckling förekommer särskilt bland personer med handintensivt arbete, där pincettgrepp förekommer och där finmotorik krävs (51). Den subgrupp av handartros som uppvisar accelererande symptom innefattar särskilt fingerledsartros lokaliserad till tumme och pekfinger. Ogynnsam progression av handartros har påvisats för modifierande faktorer som ålder, kön, påvisade erosioner och hereditet, (52–54), även om det metodologiskt visat sig vara svårt att kvantifiera försämringar (25).

3.5. Diagnosklassificering (ICD-10-SE)

(Internationell statistisk klassifikation av sjukdomar och relaterade hälsoproblem Systematisk förteckning), Svensk version 2021)

- M15 Polyartros
- M15.0 Primär generaliserad artros och osteoartros
- M15.1 Heberdens knutor (med artropati) Artros i distala interfalangealleder
- M15.2 Bouchards knutor (med artropati) Artros i proximala interfalangealleder
- M18 Artros i första karpometakarपालleden
- M19.9 Artros, ospecificerad
- M93.1 Kienböcks sjukdom hos vuxen. Osteokondros i handledens os lunatum hos vuxen

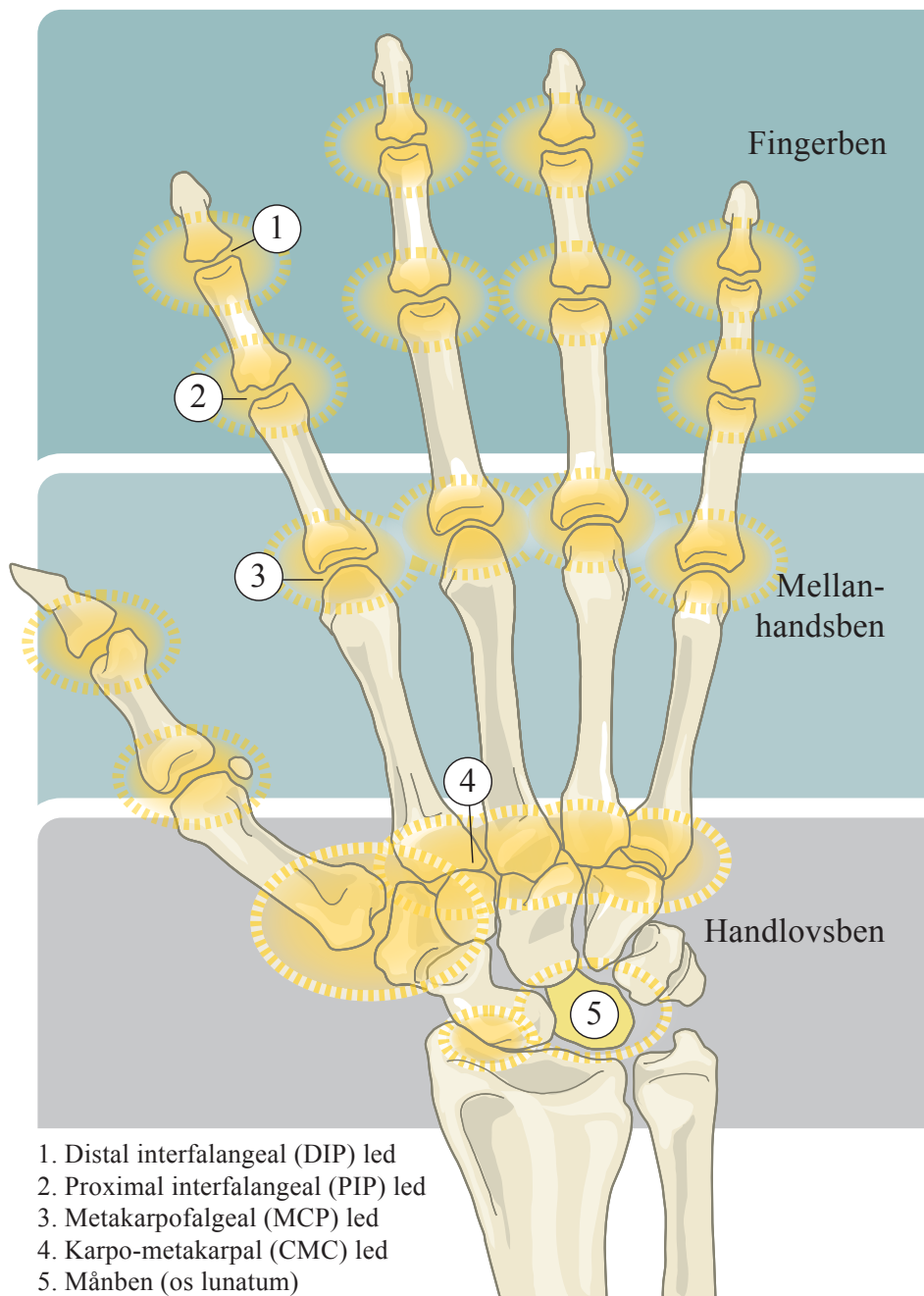
4. Metod

Följande systematiska litteraturoversikt följer PRISMA:s metod (Preferred reporting items for systematic reviews med meta-analys, www.prisma.org (55) och innefattar; litteratursökning, relevansvärdering, bedömning av risk för bias, beskrivande syntes av resultat med kvalitativ narrativ evidensvärdering samt en begränsad statistisk syntes (meta-analys) för hand-arm överförd vibrationsexponering och röntgenverifierad artros i hand- handled (Figur 2).

4.1. Falldefinition av röntgendiagnosticerad handartros i rapporten

Falldefinitionen av artros utgörs i rapporten av röntgendifinierade markörer för artros lokaliserad till leder i finger-, mellanhands- och handlovsben (Fig. 1). Precisionen i röntgen-diagnosen skattas i fallande skala utifrån:

- Röntgendifinierade förändringar som markör för artros enligt Kellgren Lawrence skalan ≥ 2
- Röntgendifinierade förändringar som markör för enligt annan ordinalskala > 1
- Röntgenverifierad annan enskild avvikelse. Cysta, vakuol, skleros, malaci (nominalskala)



© Gunilla Guldrand

Figur 1. Kunskapsöversikten omfattar de gulmarkerade finger-, mellanhands-, handlovs- och handledens synovialleder samt månbenet.

4.2. Systematisk litteratursökning

Kunskapsgranskningen utgår från resultat erhållna från systematiska databasbaserade litteratursökningar, utan begränsande selektionsfilter genomförda vid Tromsö Universitet i april 2021 (för upplägg och söktermer se Figur 2).

De databaser som användes var Ovid MEDLINE® inklusive online-sökning för artiklar under indexering och icke-indexerade referenser, från 1946 fram till 14 april 2021, samt databaserna Embase® Classic och Embase®, från 1947 till 14 april 2021. Vid sökning användes etablerade MESH-söktermer (Medical Subject Headings) för MEDLINE®, och termer från söklistan för Emtree (Embase® ämnesrubriklista) för EMBASE®, samt sökning i sökfälten titel, abstrakt, och nyckelord.

Utöver den digitala databassökningen genomfördes en manuell screening av samtliga referenslistor i identifierade översiktsartiklar, tidigare systematiska kunskapsöversikter och de artiklar som identifierades vid databassökning. Under framtagandet av kunskapsöversikten har upprepad manuell uppdateringssökning i databasen PubMed® säkerställt att litteratur fram till 2021-05-01 innefattats.

För att inkluderas i den första selektionen krävdes att artiklarna innehöll uppgifter om

- Röntgenverifierad artros i hand, handled, malaci i månbenet eller andra röntgenförändringar i ben (cystor, vakuoler, skleros etc.)
- Exponering för hand-arm överförda vibrationer.

Duplikat samt artiklar som inte uppfyllde inklusionskriterierna exkluderades manuellt.

Manuellt exkluderas även artiklar som var publicerade på språk annat än engelska (Bil. 3), eller alternativt var;

- Ej relevanta pga. avsaknad av yrkesexponering för handöverförda
- Ej publicerat i refereebedomd tidskrifter, liksom kongressbidrag, brev till editor, kommentar till artikel eller vetenskapligrapport,
- Ej originalstudier (t ex. översiktsartiklar, litteratursammanställningar).

Samtliga kvarvarande artiklar granskades i detalj av tre av författarna oberoende av varandra. Vid oenighet diskuterades dessa artiklar till dess att konsensus uppnåddes.

4.3. Bedömning av risk för bias

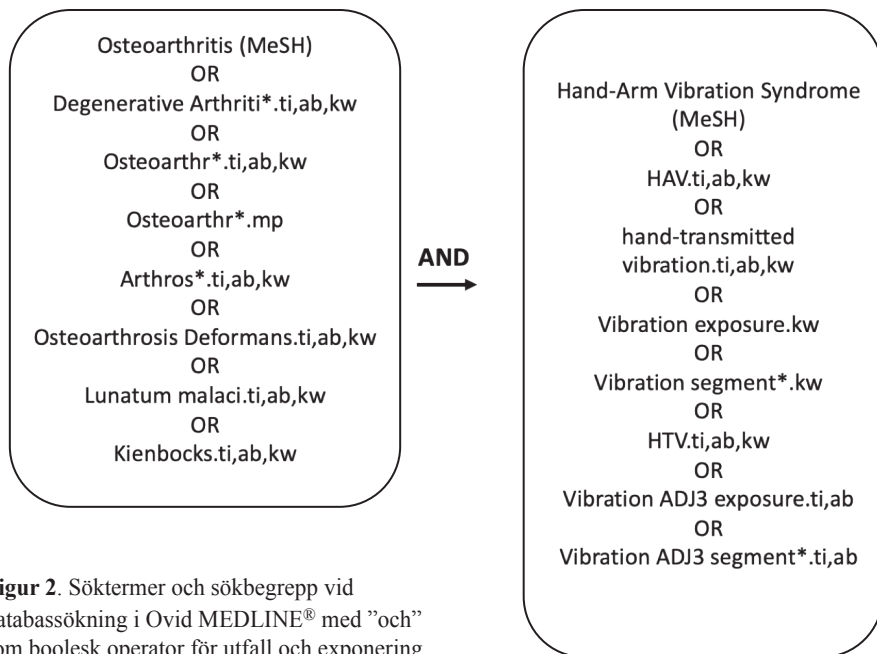
För varje artikel som befanns relevant granskades sedan den fullständiga publikationen av två granskare var för sig för bedömning avseende risk för bias och för att säkerställa att relevanskriterierna uppfyllts.

Vid granskningen av risk för bias användes ett fördefinierat protokoll med uppställda kriterier med poäng enligt bilaga 1 (Bil. 1). Risk för bias bedömdes separat för; (i) diagnostisk tillförlitlighet, (ii) exponering och (iii) för studiernas metodologiska och vetenskapliga kvalitet. Allt sammanfattat som ett summamått för risk för bias där hög risk för bias uttrycker låg kvalitet (56). Att endast använda begreppet studiekvalitet har nackdelen att det inte tar hänsyn till att olika utfall kan vara olika känsliga för

brister i design och genomförande. Begreppet kvalitet har därför ersatts med risk för att ett resultat snedvridits (eng. risk of bias) (57).

Bedömningen av risk för bias samt tabelleringen (Tabell 3) av artiklarnas innehåll genomfördes enskilt och kalibrerades sedan av två granskare. Vid oenighet fördes diskussionen vidare till tredje granskare för beslut i konsensus.

Identifierade referenser exporterades till Endnote™ (9.7.4; Thompson Reuters. Toronto, ON, Canada).



Figur 2. Söktermer och sökbegrepp vid databassökning i Ovid MEDLINE® med ”och” som boolesk operator för utfall och exponering.

4.4. Meta-analys

Alla beräkningar har gjorts med statistikprogrammet CMA, Comprehensive Meta-Analysis, Version 3.3 (Biostat, Englewood, USA).

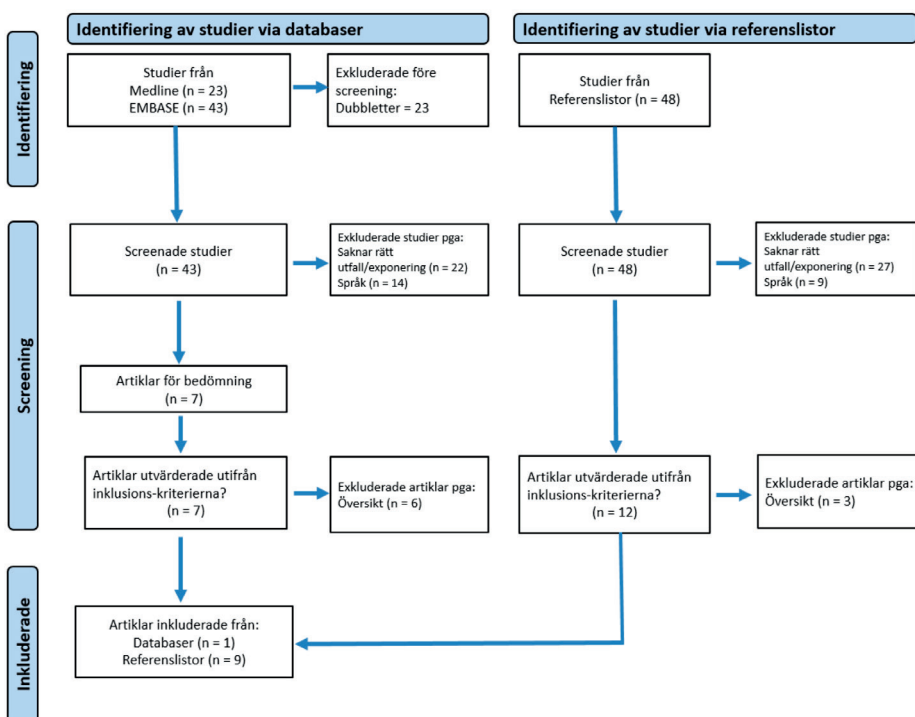
Studier som rapporterade en relativ risk (oddskvot) har inkluderats i metaanalyserna liksom studier som presenterat uppgifter vilka möjliggjorde beräkning av en ojusterad oddskvot. I analyserna användes ”random-effect” och i resultaten redovisas för varje studie effektstorleken som oddskvot med 95% konfidensintervall (KI) samt studiens relativa betydelse i analysen. Publikationsbias undersöktes med trattdiagram (”funnel plots”).

Trattdiagrammet är en grafisk framställning av storleken på antalet försökspersoner i undersökningen som plottas mot rapporterad effektstorlek, uttryckt som den naturliga logaritmen. När försökets storlek ökar kommer resultat sannolikt att närma sig kring den verkliga, sammanvägda underliggande effektstorleken. Asymmetri i trattdiagrammen bedömdes med tre statistiska metoder: Beggs rang korrelationsmetoden (58) Eggers regressionsanalys (59) och med Duval och Tweedie ”trim and fill” metod (60) som anger hur många studier som eventuellt saknas (61).

5. Resultat

5.1 Identifiering, screening och selektion

Vid databassökning identifierades totalt 66 referenser (Fig. 3). Efter borttagning av dubletter återstod 43 databasidentifierade referenser. Därutöver identifierades 48 artiklar efter manuell genomgång av referenslistor i översiktsartiklar och artiklar av vilka 11 kvarstod för screening. Tio artiklar innefattades i den slutliga analysen (Tabell 3). Exkluderade artiklar framgår av Bilaga 2 (Bil. 2).



Figur 3. Flödesschema för sökstrategi och urval av studier.

5.1.1. Inkluderade studier

Från den systematiska litteratursökningen selekterades slutligen 10 studier (Tabell 3). Nio av studierna var av tvärsnittsdesign och en av kohortdesign (62). Av alla studier bedömdes 3 ha lägre risk för bias (62–64), det vill säga högre tillförlitlighet. Den bland dessa ingående kohortstudien (62) har liten studiebas (1771 personår) och har

därmed låg statistisk styrka. Två studier saknade referensgrupp (65, 66) och ingår inte i metasyntesen. Övriga studier (65–71) är studier med betydande risk för bias. Endast i två studier (63, 64) redovisas dosuppgifter för vibrationsexponering.

Tabell 3. Ingående studier, studietyp samt bedömd risk för bias enligt fördefinierade bedömningskriterier (Bil. 1) summerat för diagnos, exponering, metod och totalsumma. Artiklarna sorterade i fallande ordning utifrån summarisk för bias där ett högt numeriskt totalvärde innebär hög tillförlitlighet eller en förväntat liten påverkan på resultatet från störfaktorer.

Författare	Design	Ref.	Diagnos	Exponering	Metod	Total
Kivekas et al. 1994	Kohort	(62)	6	3	10	19
Bovenzi et al. 1987	Tvärsnitt	(63)	7	5	4	16
Malchaire et al. 1986	Tvärsnitt	(64)	6	5	4	15
Kumlin et al. 1973	Tvärsnitt	(69)	4	2	2	8
Van den Bossche et al. 1984	Tvärsnitt	(71)	3	3	2	8
Burke et al. 1977	Tvärsnitt	(65)	4	1	2	7
Härkonen et al. 1984	Tvärsnitt	(68)	4	2	5	7
Suzuki et al. 1978	Tvärsnitt	(70)	4	1	2	7
Hellström & Andersen 1972	Tvärsnitt	(67)	3	1	2	6
Laitinen et al. 1974	Tvärsnitt	(66)	2	1	2	5

5.1.2. Exkluderade studier

Screening av litteratur från databaser och referenslistor gav 23 dubletter som exkluderades därutöver 23 artiklar publicerade på annat språk än engelska, 9 artiklar som ej var originalartiklar utan översikter samt 49 artiklar som saknade uppgifter om vibrationsexponering eller utfall (artros) (Bil 2).

5.2. Extraktion av data

Tabell 4 (Tabell 4) redovisar deskriptiva basuppgifter och särskiljande innehåll från de ingående studierna.

Tabell 4. Sammanställning över inkluderade studier avseende population, studiedesign, exponering, utfall, kontrollerade faktorer i epidemiologiska analysen samt effektstorlek (oddskvot och 95 % konfidensintervall).

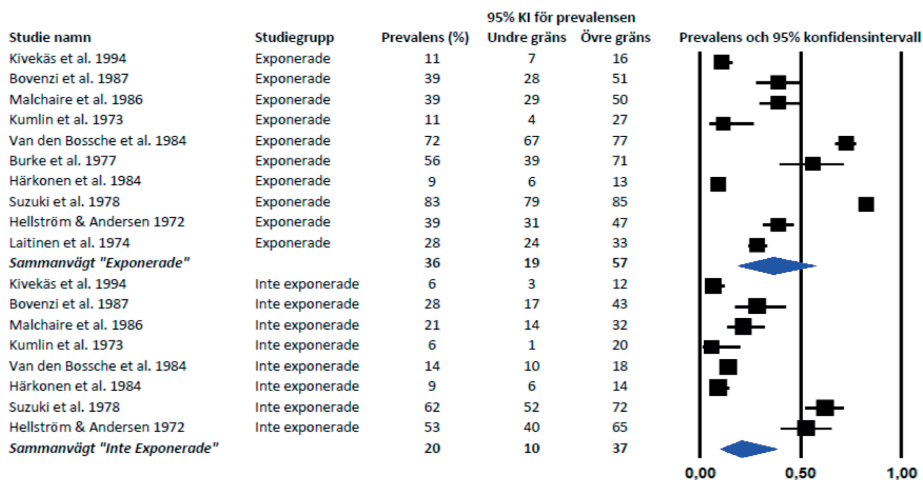
Studie	Ref.	Population (land)	Studie-design	Exponering	Röntgen-utfall	Analys justerade för;	Oddskvot och konfidensintervall 95 %
Kivekäs et al. (1994)	(62)	Uppföljning av Härkönen et al (1984). Exponerade: 188 manliga skogsarbetare Kontroller: 126 manliga torvbrytare/underhållsarbetare (Finland)	Prospektiv kohort	Bensindrivna motorsågar Medel total exponeringstid 19,7 år Estimerad A(8) cirka 5 m/s ²	Artros	Ålder	1,76 (0,75–4,12) (Uppgifter från tabell 5 i studien för år 1985)
Bovenzi et al. (1987)	(63)	Exponerade: 67 manliga gjuteriarbetare Kontroller: 46 manliga mekaniker och underhållsarbetare (Italien)	Tvårsnitt	Tryckluftsdrivna slipmaskiner och mejselhammare Estimerad A(8) cirka 12 m/s ²	Bencystor Artros	Ålder	1,61 (0,72–3,61) (Uppgifter från tabell 5 i studien, för båda utfallen)
Malchaire et al. (1986)	(64)	Exponerade: 82 manliga stenhuggare Kontroller: 75 manliga arbetare (Belgien)	Tvårsnitt	Tryckluftsdrivna bergborrar Medel daglig exponeringstid 1 tim och total exponeringstid 14,6 år. Estimerad A(8) cirka 7,5 m/s ²	Bencystor, Artrosförändringar, Förändringar på månbenet	Ålder	2,36 (1,16–4,79) (Uppgifter från tabell 4 i studien, för alla tre utfallen)
Kumlin et al. (1973)	(69)	Exponerade: 35 manliga skogsarbetare Kontroller: 35 åldermatchade män slumpmässig från röntgenarkiv (Finland)	Tvårsnitt	Bensindrivna motorsågar För majoriteten: daglig exponeringstid 5–9 tim och total exponeringstid 7–20 år. Estimerad A(8) cirka 5 m/s ²	Vakuoler Bencystor	–	2,13 (0,36–12,46) (Uppgifter från studien, för båda utfallen)
Van den Bossche et al. (1984)	(71)	Exponerade: 282 manliga och 60 kvinnliga industriarbetare. Kontroller: 336 manliga och 65 kvinnliga arbetare (Belgien)	Prospektiv kohort	Tryckluftsdrivna skruv- och mutterdragare. Medel daglig exponeringstid 4,3 tim. Medel total exponeringstid män cirka 6 år och kvinnor cirka 9 år. Estimerad A(8) cirka 3,5 m/s ²	Vakuoler, Bencystor, Enostoser	–	16,49 (10,99–24,75) (PR 5,28 (4,0–6,98)) (Uppgifter från tabell 4 i studien, för vakuoler)

Tabell 4 forts. Sammanställning över inkluderade studier avseende population, studiedesign, exponering, utfall, kontrollerade faktorer i epidemiologiska analysen samt effektstorlek (oddskvot och 95 % konfidensintervall).

Studie	Ref.	Population (land)	Studie-design	Exponering	Röntgen-utfall	Analys justerade för;	Oddsquot och konfidensintervall 95 %
Burke et al. (1977)	(65)	Exponerade: 34 manliga anläggningsarbetare (Storbritannien)	Tvårsnitt	Tryckluftsdrivna bergborrar Medel total exponeringstid 10,3 år Estimerad A(8) cirka 10 m/s ²	Bencystor Artros	–	–
Härkönen et al. (1984)	(68)	Exponerade: 279 manliga skogsarbetare Kontroller: 178 manliga torvbrytare/underhållsarbetare (Finland)	Tvårsnitt	Bensindrivna motorsågar Medel daglig exponeringstid cirka 2 tim. Medel total exponeringstid 10,4 år Estimerad A(8) cirka 3,5 m/s ²	Bencystor	Ålder	1,00 (0,52–1,92) (Uppgifter från tabell 4 i studien, höger hand)
Suzuki et al. (1978)	(70)	Exponerade: 580 manliga skogsarbetare Kontroller: 90 manliga skogsarbetare (Japan)	Tvårsnitt	Bensindrivna motorsågar För majoriteten: total exponeringstid mer än 10 år Estimerad A(8) cirka 5 m/s ²	Förändringar i de olika mellansbenen	–	2,88 (1,79–4,64) (PR) 1,33 (1,13–1,57)) (Omräknat utifrån uppgifter från tabell 1 och figur 3 i studien, för förändringar på månbenet)
Hellström & Andersen (1972)	(67)	Exponerade: 150 manliga skogsarbetare Kontroller: 57 manliga skogsarbetare (Norge)	Tvårsnitt	Bensindrivna motorsågar Estimerad A(8) cirka 5 m/s ²	Bencystor Artros	–	0,57 (0,31–1,05) (Uppgifter från tabell 6 i studien, för bencystor, höger hand)
Laitinen et al. (1974)	(66)	Exponerade: 359 manliga skogsarbetare (Finland)	Tvårsnitt	Bensindrivna motorsågar För majoriteten: total exponeringstid mer än 5 år. Estimerad A(8) cirka 5 m/s ²	Cystiska uppklämningar, Månbensnekros, Benskador, Artros	–	–

5.3. Hand- och handledsartros i relation till vibrationsexponering

I figur 4 har sammanställts uppgifter från de 10 inkluderade studierna om prevalens av hand- och handledsartros bland vibrationsexponerade respektive inte vibrations-exponerade män (Fig. 4).



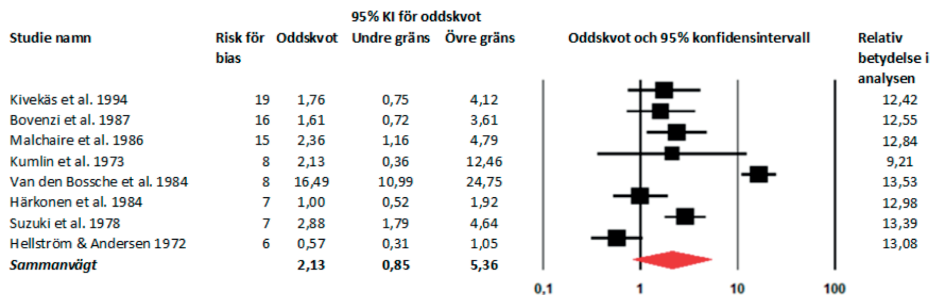
Figur 4. Förekomsten (prevalens) av röntgendiagnosticerad hand- och handledsartros med 95 % KI bland vibrationsexponerade och inte vibrations-exponerade män (Random effekt). De blå diamanterna (romboiderna) anger de sammanvägda resultaten med tillhörande KI av prevalensen för respektive grupp. Studierna har sorterats i ordning från lägsta till högsta risk för bias enligt tabell 3.

Av figuren framgår att resultatet av den sammanvägda prevalensen av röntgenförändringar bland exponerade män var 36 % (95 % KI 19–57) och bland ej exponerade män 20 % (95 % KI 10–37). Endast en av studierna (71) redovisar prevalensuppgifter för kvinnor. I den studien var prevalensen för vibrationsexponerade kvinnor 67% och 6% för inte vibrationsexponerade.

5.3.1. Resultat av meta-analys av grupper exponerade kontra inte vibrationsexponerade

Figur 5 beskriver i en ”forest plot” resultaten av metaanalysen på studier när risken för röntgendiagnosticerad hand- och handledsartros jämförts mellan grupper exponerade för vibrationer kontra inte exponerade referensgrupper (Fig. 5).

Studierna har rankats i fallande ordning från de med lägst risk för bias, där ett numeriskt högt värde innebär hög tillförlitlighet eller en förväntad liten påverkan på resultatet från störfaktorer, (Tabell 3), till de med störst risk för bias. Vidare framgår den relativa betydelsen varje studie har i meta-analysen.



Figur 5. Statistik och ”forest plot” med sammanvägning från ”random–effekt” metaanalys av risk (odds kvot) för hand- och handledsartros, utifrån information presenterade i originalartiklarna mellan vibrationsexponerade och inte vibrationsexponerade män sorterat utifrån risk för bias (Tabell 3). Ett numeriskt högt värde på risk för bias innebär här hög tillförlitlighet eller en förväntat liten påverkan på resultatet från störfaktorer. Storleken på fyrkanterna för de individuella studierna är proportionell mot studiens betydelse i analysen. Den röda diamanten (romboiden) anger den sammanvägda risken för alla studier.

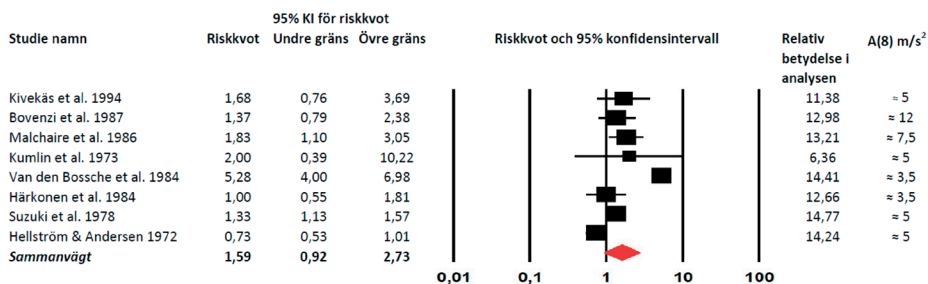
Den sammanvägda risken (Fig. 5), ej justerad för inverkan av störfaktorer, från de 8 studier som inkluderades i meta-analysen för vibrationsexponerade kontra inte vibrationsexponerade män för utveckling av hand- och handledsartros, ökat betydande heterogenitet mellan studierna, variation i risk för bias och där särskilt två studier (70, 71) använder missvisande estimat för risk (OR) var 2,13 (95 % KI 0,85–5,36). När studierna stratifierades utifrån risk för bias visade de studier som bedömdes ha högre risk för bias störst relativ betydelse för den sammanvägda risken.

När odds kvot som estimat för risk (Fig. 5) korrigerades till riskkvot (prevalenskvot) med hänsyn tagen till de höga prevalenserna i originalartiklarna förändrades den sammanvägda metarisken (Fig. 6). Figur 6 beskriver resultaten som riskkvot i metaanalysen, när risken för röntgenförändringar hand- och handled jämförts mellan grupper exponerade för vibrationer kontra inte exponerade referensgrupper (Fig. 6).

Studierna har i figur 6 har rankats i fallande ordning från de med lägst risk för bias till de studier som har högst risk för bias, enligt Tabell 3. Vidare framgår av figuren (Fig. 6) den relativa betydelse varje studie har i meta-analysen samt beräknad/ estimerad daglig vibrationsexponering (A(8)) utifrån uppgifter presenterade i respektive studie.

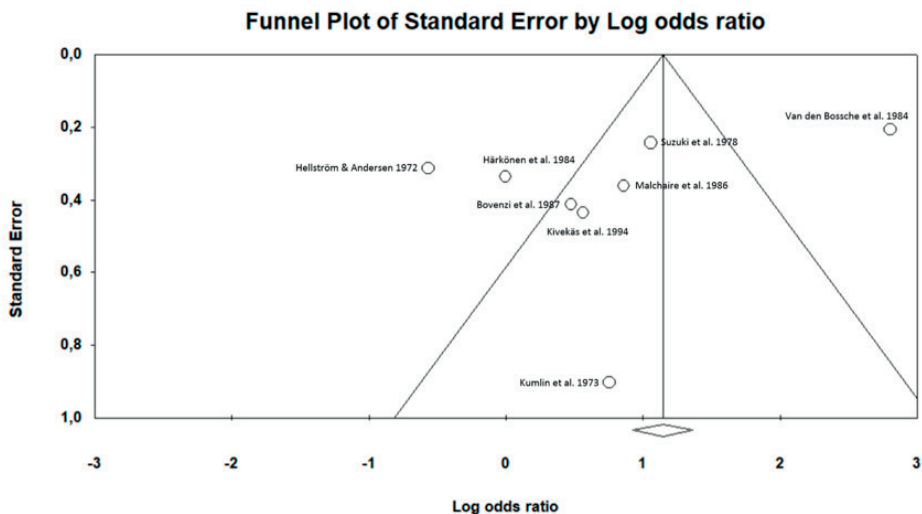
Den slutliga sammanvägda risken uttryckt som riskkvot (RR), ej justerad för inverkan av störfaktorer, från de 8 studier som inkluderades i meta-analysen, för vibrationsexponerade kontra inte vibrationsexponerade män för utveckling av röntgendiagnosticerad hand- och handledsartros var 1,59 (95 % KI 0,92–2,73).

Den dagliga vibrationsexponeringen A(8) har i de olika studierna varierat mellan 3,5–12 m/s². Något enkelt samband mellan studier med hög vibrationsexponeringsnivå bland exponerade och ej vibrationsexponerade och risk framkommer ej.



Figur 6. Statistik och ”forest plot” med sammanvägning från ”random-effekt” metaanalys av risk för hand- och handledsartros mellan vibrationsexponerade och inte vibrationsexponerade män sorterat utifrån risk för bias (Tabell 3). Ett numeriskt högt värde innebär hög tillförlitlighet eller en förväntad liten påverkan på resultatet från störfaktorer. Storleken på fyrkanterna för de individuella studierna är proportionell mot studiens betydelse i analysen. Den röda diamanten (romboiden) anger den sammanvägda risken för alla studier. Vidare fram beräknad/estimerad daglig vibrations exponering uttryckt som A(8) m/s².

Trattdiagram (”funnel plot”) för de studier som ingår i metaanalysen presenteras i figur 7. Resultatet visar att studierna fördelas osymmetriskt kring den beräknade effekten och risk för publikationsbias föreligger. Det saknas studier som visar på hög risk för hand- och handledsartros bland vibrationsexponerade jämfört med inte vibrationsexponerade män.



Figur 7. Trattdiagram (”funnel plot”) med pseudo 95% konfidensintervall för publikationsbias i studier av samband mellan förekomsten av hand- och handledsartros bland vibrationsexponerade och ej inte vibrationsexponerade män (Beggs test p=0.45; Eggers test p=0.09; Trim och fyll metod räknade tre saknade studier till höger om medelvärdet (random-effekt-modellen). I figuren anges de individuella studierna.

6. Diskussion

Vår systematiska litteratursökning av engelskspråkiga publikationer avseende röntgendiagnosticerad artros och exponering för hand-arm överförda vibrationer omfattande perioden 1947 till april 2021 resulterade i 10 studier som uppfyllde inklusionskriterierna. Av dessa 10 studier var 9 av tvärsnitts- och en av uppföljningsdesign. Alla publicerade under perioden 1972 till 1994.

Bland de inkluderade studierna angav två (64, 70) en signifikant överrisk (RR 1,83 resp. 1,33) och en studie (71) en RR på 5,28 för röntgendefinierad artros i hand/handled relaterat till exponering för arbete med handöverförda vibrationer.

Av de studier som rapporterade förhöjd risk bedöms endast resultatet från Malchaire et al. (64) tvärsnittsstudie ha lägre risk för påverkan från störfaktorer. De två övriga studierna som rapporterade en överrisk (70, 72) bedöms rapportera resultat där inverkan från andra störfaktorer kan vara betydande (hög risk för bias) och därmed tillförlitligheten i resultatet lägre. Dessa studier kontrollerade t.ex. inte för effekten av ålder eller annan sjukdom (t.ex. reumatoid artrit) som orsak till röntgenförändringar.

Den enda uppföljningsstudien (62) och tillika en studie av god kvalitet (låg risk för metodologisk bias) konstaterade att förekomsten av artros var starkt åldersrelaterat och att risken för röntgendiagnosticerad artros inte var relaterat till exponering för vibrationer.

När riskestimaten relateras till specifikt vibrationsnivå visar den studie (63) med högst vibrationsexponering ($A(8) 12 \text{ m/s}^2$) och tillika en studie med låg risk för påverkan från störfaktorer ingen signifikant överrisk. Detta i motsats till de två studier med lägst vibrationsnivå $3,5 \text{ m/s}^2$ och som dessutom rapporterade mycket stora skillnader i risk (oddskvoter). I den ena studien (68) rapporterades ingen överrisk medan det i den andra (71) rapporterades en 16-faldig överrisk, trots jämförbara och relativt låga exponeringsnivåer. Dessa motstridiga resultat bedöms spegla inverkan från störfaktorer (72) och inte primärt vara effekten av vibrationsexponering. Den höga överrisken reducerades när oddskvoten beräknades som prevalenskvot (Fig. 6).

Två studier saknar kontrollgrupp och saknar därmed information om risk (66, 73). Övriga 6 studier stödjer ej ett samband.

Den kvalitativt valgjorda studien av Bovenzi et al. (63) som hade stor kontrast mellan vibrationsexponerade och kontrollpersoner fann inget signifikant samband mellan daglig vibrationsexponering och artros i händerna. Laitinen et al. (66) fann inte heller någon skillnad i förekomst av artros mellan de som dagligen använt motorsåg under mer än 5 år jämfört med de som använt den under kortare tid (ojusterad OR 1,38 (95% KI 0,68–2,81)).

Bristen på studier av hög kvalitet och bristen på studier med kvantifierad vibrationsdos utesluter analys av artros i relation till olika dos-nivåer eller ställningstagande till eventuellt dos-respons samband.

Litteraturgenomgångens begränsade underlag medger ej ställningstagande till om uppkomst, försämring eller tidigareläggande av artros betingas av vibrationsexponering. Osäkerheten är förenligt med de övergripande resultaten från tidigare systematiska översikter (Tabell 5) och bedömningen i ILOs diagnos- och exponeringskriterier för listan över arbetssjukdomar från 2022 (74).

Tabell 5. Slutsatser om sambandet mellan hand- och handledsartros och exponering för handöverförda vibrationer som de formuleras i tidigare kunskapsöversikter

Studie	Ref.	Huvudresultat
Bovenzi et al. 1998 Exposure-response relationship in the hand-arm vibration syndrome: An overview of current epidemiology research.	(75)	An excess risk for wrist osteoarthritis ... has been reported in workers exposed to shocks and low-frequency vibration of high magnitude from percussive tools. However, there are too few epidemiology data to enable reliable conclusions to be drawn about exposure-response relationships for ... bone and joint disorders caused by hand-transmitted vibration.
Gemne & Saraste 1987 Bone and joint pathology in workers using hand-held vibrating tools.	(13)	There is evidence that work with pneumatic percussive tools (such as chipping hammers and scalers) may cause ... wrist osteoarthritis, although of very low prevalence. This work-related disorder is not specific to vibration exposure.
Hagberg 2002 Clinical assessment of musculoskeletal disorders in workers exposed to hand-arm vibration.	(12)	Low-frequency vibration exposure of high magnitude was associated with osteoarthritis in the ... wrist ...
Hammer et al., 2014 Associations of work activities requiring pinch or hand grip or exposure to hand-arm vibration with finger and wrist osteoarthritis: a meta-analysis.	(11)	Hand grip work and exposure to HAV [Hand-Arm Vibration] were not associated with any finger or wrist OA.
Palmer & Bovenzi 2015 Rheumatic effects of vibration at work.	(76)	A well-known review has cited excesses of ... osteoarthritis of wrist ... in exposed workers versus controls; but other researchers regard such findings are incidental, non-specific, or related to ageing or the manual aspects of work, rather than vibration per se, so the matter is disputed.
Stahl et al. 2012 A systematic review of the etiopathogenesis of Kienbock's disease and a critical appraisal of its recognition as an occupational disease related to hand-arm vibration.	(77)	A systematic review of 220 articles on the etiopathology of KD [Kienböck's disease (osteonecrosis of the lunate)] and the application of the Bradford Hill criteria does not provide sufficient scientific evidence to confirm or refute a causal relationship between KD and hand-arm vibration.
Yucesoy et al. 2015 Occupational and genetic risk factors for osteoarthritis: a review	(78)	Occupational and genetic risk factors for osteoarthritis: A review ... Workers who had been highly exposed to vibration also had an elevated odds ratio for hand OA but it was attenuated after simultaneous adjustment for manual work.

Sambandet mellan specifikt Kienböcks sjukdom och vibrationsexponering har tidigare ifrågasatts utifrån resultat från systematiska litteraturgenomgångar (77) men även från fynd i en senare publicerad fall-kontrollstudie (79). Bedömningarna i ovanstående studier är förenliga med vårt resultat, dvs. att ett samband mellan Kienböcks sjukdom och vibrationsexponering inte kan påvisas eller uteslutas. Våra fynd är även förenliga med slutsatsen i en övergripande, flerspråksomfattande, manuellt genomförd systematisk litteraturgenomgång som täckte perioden 1930–1987 över led- skelettskador skador från vibrationsexponering publicerad 1987 (13).

6.1. Metodtillförlitlighet

6.1.1. Möjlig metodbias vid litteratursökning

Sökstrategins söktermer och sökbegrepp valdes med syfte att uppnå hög sensitivitet. Specificiteten i den genomförda databassökningen, som den visar sig i förmågan att identifiera relevant litteratur var låg, vilket kan bero på vald problemställning alternativt databasens egenskaper. Databassökningens sökprecision uttryckt i Number Needed to Read (NNR) var 43. Antalet slutligen inkluderade originalartiklar från databassökning i Medline och Embase blev mycket låg (n=1). Det låga utbytet från databassökningen kan spegla de digitala databasernas indexerings och deras täckning som gör att endast artiklar från 1946 och framåt omfattades. Litteratursökningen omfattade sålunda ej de tidigast publicerade artrosröntgenstudierna (1911–1947). Originalartiklar med fokus på vår frågeställning publicerades främst fram till och med 1980-talet. Av våra ingående studier är Kivekas artikel från 1994 den senast publicerade (62). Kivekas och medarbetares artikel baseras i sin tur på en studie där datainsamlingen genomfördes 1988. Under de senaste 25 åren har endast översiktsartiklar publicerats.

Vår digitala litteratursökning kompletterades med en noggrann manuell genomgång av referenslistor. I denna identifierades ytterligare 47 artiklar. Nio av dessa kom att ingå i den slutliga analysen.

Ett flertal selekterade artiklar exkluderades då de utgjorde litteraturöversikter (n=8) eller var originalartiklar publicerade i icke-engelskspråkiga tidskrifter (n=23). Kravet att endast originalartiklar och artiklar publicerade på engelskt språk skulle ingå exkluderade studier publicerade på främst tyska (6) respektive ryska (5), italienska (5) franska (2), ungerska (2), polska (2) och kinesiskt (1) språk (Bil. 2). Denna språkbegränsning medförde att tidiga studier på arbetare exponerade för tryckluftsdrivna slående maskiner kom att exkluderas. Det är främst dessa tidiga studier publicerade i icke-engelskspråkiga tidskrifter som rapporterats stödja ett samband mellan exponering från tryckluftsdrivna maskiner och artros (7, 80) och vars resultat senare återgetts i översikter (12, 13, 76).

Ett flertal av de studier som identifierades saknade en röntgenundersökt referensgrupp, vilket är en förutsättning för bestämning av risk. Röntgenundersökningar, i sig medför en potentiell hälsorisk, varför röntgendiagnostik av friska referenspersoner blev ett problem när medicinska tidskrifter införde strängare krav på etisk prövning. I Sverige antogs ”Lagen om etikprövning av forskning som avser människor (SFS

2003:460)” år 2003. Samma år införde de ledande internationella medicinska tidskrifterna krav utifrån Helsingforsdeklarationen (18th World Medical Assembly 1964) på etisk prövning för att accepteras till publicering. Studier innefattande röntgenundersökning av friska kontrollpersoner har inte publicerats efter 2003. Härigenom föreligger ett tydligt bias i vårt material mot äldre studier där kunskap från senare tids medicinska och tekniska framsteg inte beaktas. Detta påverkar både begreppsbildning och precisionen i diagnostik samt teknisk exponeringsbestämning.

6.1.2. Möjlig publikationsbias

Resultatet från meta-analysen visar att studierna fördelas osymmetriskt kring den beräknade effekten. Analysen tyder på en publiceringsbias mot att studier med högre risk för röntgen-diagnosticerad artros publicerats i större omfattning än jämförbara studier med lägre riskestimater. Inverkan från denna publiceringsbias är särskilt märkbar för den studie när risken anges som odds kvot (OR16,5, 95 % KI 11,0–24,8) som genomförts av Van den Bosch (71).

6.1.3. Möjlig bias från riskstorlek baserat på oddskvot

Huvuddelen av studierna rapporterar höga prevalenser av röntgenfynd (Fig. 4) Prevalenserna för röntgenfynd är så höga att riskberäkningar med odds kvot överskattar den relativa riskens storlek (81, 82). Redovisade effektmått storlek kan ha bidragit till att de studier som visade en överrisk publicerats i större omfattning. De ingående studierna har i endast liten omfattning tagit hänsyn till prevalenser och att riskerna rapporterats som oddskvoter, vilket kan ha bidragit till en publiceringsbias.

6.2. Diagnostisk tillförlitlighet

6.2.1. Möjliga utfallsbias

Vår falldefinition för artros utgår från enbart röntgenfynd. Artros i leder har etablerade kriterier för gradering av skada (t ex. Kellgren och Lawrence (29)) medan kriterier för graderingen av skelettförändringar (cystor, vakuoler och benuppluckring (malaci) delvis saknas, har lägre precision respektive har en otydligare relation till artros.

Det kombinerade utfallet i form av röntgenförändringar i led-, respektive skelett riskerar tillföra ökat brus och medföra mindre kontrast mellan skadad och icke-skadad. Det kan även finnas etiopatologiska skillnader mellan led- respektive skelettskada, vilket kan introducera en systematisk störfaktor (bias) utanför vår vetenskap.

Fingerledsartros kan uppkomma till följd av inflammatoriska ledsjukdomar (artrit). Laboriekontroll av alternativa orsaker till fingerledsartros (differential diagnoser som inflammatoriska artrit t ex RA) är därför av betydelse. Förekomsten av artrit kontrollerades laboriemässigt i två av de ingående studierna (63, 71) och bedömdes i ett fall genom klinisk screening i en (65).

Ett avvikande röntgenfynd behöver inte betyda klinisk sjukdom eller åtföljas av symptom eller besvär. Röntgen kan påvisa bilddiagnostiska avvikelser utan klinisk signifikans, men även obetydliga röntgenförändringar kan kliniskt ge grav

funktionsnedsättning. Röntgendifinierade artrosförändringar förekommer vanligare i befolkningen än symptomgivande artros.

Vårt val av falldefinition, ("röntgendiagnosticerad artros") medför att såväl ospecifika tidiga avvikelser (vakuoler, cystor, malaci) som avancerad ledsvikt till följd av led-artros jämföras. Denna vida fall-definition medför lägre kontrast mellan fall och referenter och kan därmed leda till en utspädning av risk.

Då röntgendifinierad artros ej behöver innebära artrosbesvär kan diagnostiken i studierna skilja sig åt mellan studier med ett primärt försäkringsmedicinsk fokus och studier med ett mer teknisk exponeringsfokus. De senare var vanligare under 1900-talets början medan försäkringsmedicinska frågeställningar främst har ett senare datum.

6.3. Exponeringstillförlitlighet

6.3.1. Möjliga exponeringsbias: *Vibrationer*

Precisionen i angiven exponering varierar kraftigt. Två studier redovisade kvantitativ dos för exponering (63, 64). I övrigt approximeras vibrationsexponering utifrån år med exponering respektive antal timmar med exponering per dag.

Inkluderade studier representerar exponerings- och arbetsförhållanden från äldre tidsperioder och som har publicerats mellan 1972 och 1994. Tidsperioder skiljer sig åt vad gäller den för den tiden dominerande exponeringen och frågeställning. Den huvudsakliga exponeringen i våra selekterade studier kommer från bensindrivna motorsågar.

Studier på effekten av exponering från tryckluftsdrivna slående maskiner var vanligare i tidigare perioder. Maskiner som medför högfrekventa vibrationer tex tandläkarborrar har presenterats senare och finns ej representerade. Härmed finns en systematisk bias utifrån vibrationsexponeringskällor där tidigare använda maskiner och verktyg fått företräde. Vidare bör noteras att den daglig vibrationsexponering, $A(8)$, var i de ingående studierna i storleksordningen 3,5–12 m/s^2 . Av Arbetsmiljöverket föreskrift om vibrationer (83) framgår att för den dagliga vibrationsexponeringen, $A(8)$, har ett insatsvärde på 2,5 m/s^2 och ett gränsvärde på 5 m/s^2 . Rapporterade vibrationsexponeringar ligger därmed över dagens insatsvärde och i flertalet studier vid gränsvärdet samt i två fall kraftigt högre än gränsvärdet (63–65).

Endast två typer av maskiner har använts i de selekterade studierna, bensindrivna motorsågar och tryckluftsdrivna maskiner. Stratifieras exponeringen i de inkluderade studierna till tryckluftsdreven slående verktyg respektive ej tryckluftsdrivna slående verktyg finner vi endast en studie med exponering för enbart tryckluftsdrivna maskiner (64). Denna studie redovisar en OR på 2,36 (95% KI 1,16–4,79). Övriga studier analyserade i första hand summaexponering från blandade maskinexponeringar eller exponering från bensindrivna motorsågar, utan att finna någon förhöjd risk. Exponering från elektriskt drivna maskiner förekommer ej i de selekterade studierna.

6.3.2. Möjliga exponeringsbias: *Kyla*

Bland samverkade exponeringsfaktorer som ej kontrollerats för ingår förutom ergonomisk belastning även exponering för kyla. Samtliga ingående studier har

köldexponering som störfaktor (confounder). Exponeringen för kyla kommer från manuellt skogsarbete med motorsåg (6 av ingående 10 studier) vintertid i nordligt klimat och från kyla som alstrats i handtagen från tryckluftsverktyg.

Exponeringen för exponeringsfaktorn kyla bland skogsarbetare finns inte redovisad. Det kan konstateras att uppvärmda motorsågshandtag introducerades på marknaden först cirka 1969. Många av de i studierna ingående skogsarbetarna har därmed flertalet exponeringsår med kalla icke uppvärmda handtag. Käldeffekten innebär att perifer cirkulation reduceras och blodförsörjningen i vävnader försämras. Kylans försämrade syre- och näringstillförsel till leder och vävnader samvarierar även med vibrationsexponeringens kärksammandragande effekt. Kyla samverkar även med uppkomst av annan artrit som medför observerbara röntgen förändringar. Zeng et al. (84) har visat att risken för RA är 50 procentig förhöjd vid arbete i kall miljö. Risken är kumulativ med antal köldexponerade år och är additiv med handintensivt repetitivt arbete.

6.3.3. Möjliga exponeringsbias: Manuellt arbete

Handartros finns sammanfattat dokumenterat för mekaniskt belastande manuellt handintensivt arbete av Plotz et al.(35). Särskilt utsatt för artros är tummens grundled och då speciellt för kvinnor.

Ett eventuellt samband mellan handintensivt arbete och artros i fingerleder har tidigare redovisats i enskilda studier (85–87) och även i översikter (88). Wolf et al. (87) fann i en fall-kontroll studie en förhöjd risk för artros i tummens grundled (MCP 1) i relation till arbetstyngd åtföljd av dos-respons samband. En nyligen publicerad systematisk kunskapsöversikt i AFAs serie (89) bedömde underlaget för ett samband mellan arbetsfaktorer och artros i tummens grundled som otillräckligt.

Exponering för kraft- och pincettgrepp har satts i samband med artros i DIP- och MCP-led. Artros i tummens grundled har också, i några studier satts i samband med manuellt handarbete medan andra studier inte kunnat visa på något samband (39). Resultatet från en systematisk kunskapsöversikt publicerad 2018 kunde inte ge stöd åt ett samband då underlaget tolkades som allt för osäkert (89).

Arbeten som kräver kraftiga handkraftgrepp respektive pincettgrepp har i systematiska litteraturöversikter tolkats ge högre risk för handartros (88). Arbete med vibrerande hand-verktyg medför vanligtvis en samtidig exponering från kraft-grepp. Högintensiv vibrationsexponering åtföljs vanligtvis av krav på högre gripkraft.

I vår kunskapsöversikt ingår studier som främst innefattat exponering för bensindrivna motorsågar och tryckluftsdrevna bergverktyg. Effekt från pincettgrepp bedöms ha utgjort mindre risk då verktygen främst varit maskiner där kraftgrepp använts (motorsåg och bergverktyg).

6.4. Multikollinearitet mellan kumulerad exponering och ålder

Förekomsten av artros ökar med ökande ålder. Tre av studierna kontrollerade för ålder i den slutliga riskmodellen (62–64) övriga studier tog ingen hänsyn till interaktionen

mellan ålder och exponering. Ålder samvarierar med kumulerad exponering varför ojusterade riskberäkningar tenderar överskatta exponeringsrisken. Effekten av ålder medför däremot i tvärsnittsstudier en ökad risk för att resultaten påverkas av en ”healthy worker effect” med falskt låga risker som följd.

6.5. Modifierande störfaktorer

6.5.1. Ärftlighet

Artrossjukdomen har en stark komponent av ärftlighet (50, 90–94). En två till femfaldigt ökad risk har rapporterats för förstagrads släktingar (förälder, barn syskon) (35). Ärftlighet efterfrågades i flera av de selekterade studierna men har ej innefattats i analyserna.

6.5.2. Fetma:

Fetma är även en påvisad riskfaktor för artros i vikt bärande leder har enskilda studier påvisat ett samband mellan fetma med handartros (95, 96). Andra studier har inte kunnat påvisa ett sådant samband (40). Sammantaget visar en systematisk översikt en knappt dubblerad meta-risk (OR 1,9) mellan vikt respektive BMI och röntgen diagnosticerad handartros (97). Ett samband mellan förhöjt BMI och artros har rapporterats för specifikt tumbasleden (CMC 1) (90). Sambandet mellan övervikt och handartros har även efterforskats utifrån intermedierande markörer som lipidnivå (92) metabola faktorer (94) och fettinlagring (93). När ett sammantaget mått på metaboliskt syndrom används kvarstår ett samband till interfalgealeds artros (symptom på artros) även efter kontroll av ålder (91). BMI, vikt eller markörer för metaboliskt syndrom har inte redovisats i någon av ingående studier. På samma sätt saknas antropometriska uppgifter. Hög handgripkraftsförmåga har tex. påvisats modifiera risken för kommande handartros i MCP och PIP-lederna. (98, 99). Eventuell störning från effekter av BMI har inte kontrollerats för i de ingående studierna.

6.6. Sammanfattning av beskrivande syntes (narrativ syntes)

Vår beskrivande analys (narrativa) baserad på totalt 7 tvärsnittsstudier och en uppföljningsstudie utgör otillräckligt underlag och ger ej underlag som stödjer ett samband mellan vibrationsexponering och röntgendiagnosticerad handartros när hänsyn tas till tillförlitlighet (risk för bias) utifrån metod, diagnostisk och exponering samt exponeringsnivåer. Endast en av studierna (64) bedömdes ha resultat med lägre påverkan från störfaktorer och redovisa en förhöjd risk (OR 2,36). Denna studie liksom flertalet av de ingående studierna rapporterade höga prevalenser för röntgenförändringar varför rapporterade oddskvoter ger ett falskt förhöjt riskestimat jämfört med prevalenskvoter (81).

6.7. Statistisk syntes (meta-analys)

Statistisk syntes (meta-analys) innefattande de 8 studier som medger riskbestämning visar en publikationsbias där studier med förhöjd risk publicerats i större omfattning än jämförbara studier där förhöjd risk inte påvisats. Analysen, om än baserad på endast 8 studier predicerade att tre studier av jämförbar storlek saknas, som visar på ett högt samband mellan vibrationsexponering och röntgendiagnostiserad handartros (Fig. 7). Publikationsbias beror vanligtvis på att positiva studier oftare publiceras och att non-positiva studier antingen inte publiceras alls eller publiceras först med tidsfördröjning. Den vanligaste orsaken är då att studien inte kunnat finna några positiva, signifikanta resultat. Signifikanta överrisker redovisas i tre studier.

I det sammanvägda resultatet från den statistiska syntesen har Van den Bossche et al. studie den relativt största betydelsen (13,53) för det sammanvägda slutresultatet. Den OR på drygt 16 som rapporterats av Van den Bossche et al. (71) avviker från samtliga övriga studier. Vibrationsexponeringsnivån i Van den Bossche et als. är dessutom den lägsta bland alla ingående studier ($A(8) 3.5 \text{ m/s}^2$). Exponeringskontrasten mellan vibrationsexponerade och ej vibrationsexponerade blir därmed också den minsta. Van den Bossche rapporterar lika hög risk redan vid exponeringens början som efter flera års kumulerad exponering, vilket även talar emot ett exponeringsrelaterat samband.

Om resultaten från Van den Bossches och medarbetares studie (71) exkluderas visar analysen av publikationsbias med ”Trim och fyll metod” att två studier saknas till vänster om medelvärdet och en mindre effekt av publiceringsbias. Används ej resultaten från Van den Bossches et al. studie erhålls en ojusterad sammanvägd meta-OR på 1,52 (95 % KI 0,92–2,53).

Näst största relativa betydelse för den sammanvägda (meta-analys) risken ger studien av Suzuki et al. I originalrapporten rapporterar författarna en åldersrelaterad, hög förekomst (83 %) av röntgenförändringar hos vibrationsexponerade och något lägre (62 %) bland ej vibrationsexponerade. Suzuki et al. tolkade resultaten som att det inte fanns något samband specifikt för röntgenförändringar i handleden och motorsågsarbete respektive arbetade år med motorsåg. Utifrån vår egen re-analys av resultaten baserat på värden i tabell 1 och av oss avlästa värden i figur 3 avseende röntgenförändringar på månbenet erhåll vi en meta-RR på 1,33 (95 % KI 1,13–1,57).

Resultaten från Van den Bossche et al. och Suzuki et al. är de studier som på grund av höga odds kvoter inför störst avvikelse i risk från relativa risk då oddskvot använts (81, 82). Varför odds kvot korrigerats till prevalenskvot (PR) i efterföljande meta-analys (Fig. 6).

Meta-riskestimatets storlek när samtliga studier ingår, oaktat att flertalet av ingående studier har låg tillförlitlighet (hög risk för bias) och när missvisande användning av odds kvoter korrigerats till riskkvoter ger vid ojusterad analys en meta-RR på 1,59 (95 % KI 0,92–2,73).

6.7.1 Sammanfattning av statistisk syntes (meta-analys)

Den sammanvägda bedömningen från den statistiska syntesen (meta-analys), baserat på ett begränsat antal studier, vilka har betydande heterogenitet, risk för lägre tillförlitlighet

på grund av möjliga störfaktorer (bias) ger ej stöd för en signifikant förhöjd risk för röntgendiagnosticerad handartros i relation till arbete med vibrerande maskiner.

6.8. Uppmärksammade kunskapsluckor

Litteraturoversikten visar att det saknas studier med kvantifierad vibrationsdos där utfallet tydligt definieras i termer av kliniskt diagnosticerad handartros innefattande besvär och funktionsnedsättningar samt röntgen.

Det saknas särskilt välgjorda uppföljningsstudier på klinisk handartros med kvantifierad vibrationsexponering där även ergonomisk belastning, effekten av arbete i kyla respektive andra exponeringar medförande störning i cirkulation (nikotinbruk, diabetes, kärlaktiv medicinering, sympatisk reflex dystrofi) undersöks.

Erfarenheter från vår litteraturgenomgång av röntgendifinierade handartrosförändringar visar att nyare studier specifikt riktade mot effekter av exponering från slående maskiner och med adekvata kontrollgrupper saknas.

6.9. Uppmärksammade brister i informationsspridning och prevention

Behovet av prevention för bevarad handhälsa och för undvikande av ogynnsam sjukdomsutveckling talar för ökad uppmärksamhet på tidiga tecken på handskada. Vid nedsatt hand-, fingerledfunktion hos vibrationsexponerade arbetare rekommenderas utredning av eventuell klinisk ledsvikt (artros). Därutöver bör även kontroll av handkraft (100), eventuell retning från senor, senskidor (5) liksom nervpåverkan ingå.

Funktionsnedsättning till följd av nedsatt ledrörlighet, ledinstabilitet, ledpålagringar och smärta vid handartros bör uppmärksammas vid lagstadgade medicinska kontroller (101) av vibrationsexponerade arbetare. Detta oaktat att vibrationer i sig inte kunnat visas vara ensam orsak till skada. Grav artros och samtidigt handintensivt arbete med maskiner som medför kraftgrepp och vibrationsexponering bör medföra att särskild preventiv hänsyn tas vid val av maskin, hjälpmedel och utformning av arbetsuppgifter.

7. Slutsats

De vida osäkerhetsintervallen innebär att litteraturgenomgången inte ger säkert stöd för att vibrationsexponering ökar risken för röntgendiagnosticerad artros i händerna, men den ger heller inte stöd för motsatsen, det vill säga att det inte finns något samband mellan vibrationsexponering och röntgendiagnosticerad artros i händerna. Slutsatsen är förenlig med de slutsatser som framkommer i tidigare publicerade kunskapsöversikter. Det behövs således ytterligare välgjorda studier inom detta område.

8. Referenser

1. AFS2020:2. Arbetsmiljöstatisik Rapport 2020:2 Arbetsmiljön 2019: Arbetsmiljöverket 2020.
2. Burström L, Lundström R, Sjödin F, Lindmark A, Lindkvist M, Hagberg M, Nilsson T. Acute effects of vibration on thermal perception thresholds. *Int Arch Occup Environ Health*. 2008 Apr;81(5):603-11.
3. Nilsson T, Wahlström J, Burström L. Hand-arm vibration and the risk of vascular and neurological diseases-A systematic review and meta-analysis. *PLoS One*. 2017;12(7):e0180795.
4. Necking LE, Lundborg G, Lundström R, Thornell LE, Friden J. Hand muscle pathology after long-term vibration exposure. *J Hand Surg Br*. 2004 Oct;29(5):431-7.
5. Nilsson T, Wahlström J, Reierth E, Burström L. Dupuytren's sjukdom i relation till exponering för handöverförda vibrationer. En systematisk kunskapsöversikt och meta-analys. *Arbete och Hälsa*. 2022;56(1):1-47.
6. Holtzmann F. Erkrankungen durch Arbeiten mit Pressluftwerkzeugen. *Umschau*. 1929;33:1002.
7. Brailsford JF. Pathological changes in bones and joints induced by injury. *British medical journal*. 1936;2(3952):657.
8. Wette W. Die Lunatumnekrose als Unfallfolge und Berufskrankheit. *Archiv für orthopädische und Unfall-Chirurgie, mit besonderer Berücksichtigung der Frakturenlehre und der orthopädisch-chirurgischen Technik*. 1931;29(1):299-319.
9. 2003/670/ E. KOMMISSIONENS REKOMMENDATION av den 19 september 2003 om den europeiska förteckningen över arbetssjukdomar. *Europeiska unionens officiella tidning*; 2003. p. 6.
10. Cross D, Matullo KS. Kienbock disease. *Orthop Clin North Am*. 2014 Jan;45(1):141-52.
11. Hammer PE, Shiri R, Kryger AI, Kirkeskov L, Bonde JP. Associations of work activities requiring pinch or hand grip or exposure to hand-arm vibration with finger and wrist osteoarthritis: a meta-analysis. *Scand J Work Environ Health*. 2014 Mar;40(2):133-45.
12. Hagberg M. Clinical assessment of musculoskeletal disorders in workers exposed to hand-arm vibration. *Int Arch Occup Environ Health*. 2002 Jan;75(1-2):97-105.
13. Gemne G, Saraste H. Bone and joint pathology in workers using hand-held vibrating tools. An overview. *Scand J Work Environ Health*. 1987 Aug;13(4):290-300.
14. SBU. Arbetsmiljöns betydelse för artrosbesvär. En systematisk översikt och utvärdering av medicinska, sociala och etiska aspekter.: Statens beredning för medicinsk och social utvärdering (SBU);2016.
15. Nieradko-Iwanicka B. Hand-arm vibration syndrome. *Reumatologia*. 2019;57(6):347-9.
16. Kloppenburg M, Stamm T, Watt I, Kainberger F, Cawston TE, Birrell FN, Petersson IF, Saxne T, Kvien TK, Slatkowsky-Christensen B, Dougados M, Gossec L, Breedveld FC, Smolen JS. Research in hand osteoarthritis: time for reappraisal and demand for new strategies. An opinion paper. *Ann Rheum Dis*. 2007 Sep;66(9):1157-61.
17. Nuki G. Osteoarthritis: a problem of joint failure. *Z Rheumatol*. 1999 Jun;58(3):142-7.
18. Felson DT. Osteoarthritis as a disease of mechanics. *Osteoarthritis Cartilage*. 2013 Jan;21(1):10-5.
19. Abhishek A, Doherty M. Diagnosis and clinical presentation of osteoarthritis. *Rheum Dis Clin North Am*. 2013 Feb;39(1):45-66.
20. Nasr LA, Koay J. Kienbock Disease. *StatPearls (Internet)*. 2021.
21. Lane NE, Brandt K, Hawker G, Peeva E, Schreyer E, Tsuji W, Hochberg MC. OARSI-FDA initiative: defining the disease state of osteoarthritis. *Osteoarthritis Cartilage*. 2011 May;19(5):478-82.

22. Altman R, Alarcon G, Appelrouth D, Bloch D, Borenstein D, Brandt K, Brown C, Cooke TD, Daniel W, Gray R, et al. The American College of Rheumatology criteria for the classification and reporting of osteoarthritis of the hand. *Arthritis Rheum.* 1990 Nov;33(11):1601-10.
23. Lichtman DM, Pientka WF, 2nd, Bain GI. Kienbock Disease: A New Algorithm for the 21st Century. *J Wrist Surg.* 2017 Feb;6(1):2-10.
24. Bain GI, MacLean SB, Tse WL, Ho PC, Lichtman DM. Kienbock Disease and Arthroscopy: Assessment, Classification, and Treatment. *J Wrist Surg.* 2016 Nov;5(4):255-60.
25. Visser AW, Boyesen P, Haugen IK, Schoones JW, van der Heijde DM, Rosendaal FR, Kloppenburg M. Radiographic scoring methods in hand osteoarthritis--a systematic literature search and descriptive review. *Osteoarthritis Cartilage.* 2014 Oct;22(10):1710-23.
26. Altman RD, Gold GE. Atlas of individual radiographic features in osteoarthritis, revised. *Osteoarthritis Cartilage.* 2007;15 Suppl A:A1-56.
27. Berg A. Nationella riktlinjer för rörelseorganens sjukdomar. Reumatoid artrit, axial spondylartrit, psoriasisartrit, artros och osteoporos. Stöd för styrning och ledning. *Socialstyrelsen*2021. p. 80.
28. Wright RW, Group M. Osteoarthritis Classification Scales: Interobserver Reliability and Arthroscopic Correlation. *J Bone Joint Surg Am.* 2014 Jul 16;96(14):1145-51.
29. Kellgren JH, Lawrence JS. Radiological assessment of osteo-arthritis. *Ann Rheum Dis.* 1957 Dec;16(4):494-502.
30. Kellgren JH, Lawrence JS. Rheumatism in miners. II. X-ray study. *Br J Ind Med.* 1952 Jul;9(3):197-207.
31. Kohn MD, Sassoon AA, Fernando ND. Classifications in Brief: Kellgren-Lawrence Classification of Osteoarthritis. *Clin Orthop Relat Res.* 2016 Aug;474(8):1886-93.
32. Rioux-Forker D, Shin AY. Osteonecrosis of the Lunate: Kienbock Disease. *J Am Acad Orthop Surg.* 2020 Jul 15;28(14):570-84.
33. Schmitt R, Heinze A, Fellner F, Obletter N, Struhn R, Bautz W. Imaging and staging of avascular osteonecroses at the wrist and hand. *Eur J Radiol.* 1997 Sep;25(2):92-103.
34. Zhang Y, Niu J, Kelly-Hayes M, Chaisson CE, Aliabadi P, Felson DT. Prevalence of symptomatic hand osteoarthritis and its impact on functional status among the elderly: The Framingham Study. *Am J Epidemiol.* 2002 Dec 1;156(11):1021-7.
35. Plotz B, Bomfim F, Sohail MA, Samuels J. Current Epidemiology and Risk Factors for the Development of Hand Osteoarthritis. *Curr Rheumatol Rep.* 2021 Jul 3;23(8):61.
36. Zhang W, Doherty M, Leeb BF, Alekseeva L, Arden NK, Bijlsma JW, Dincer F, Dziedzic K, Hauselmann HJ, Kaklamanis P, Kloppenburg M, Lohmander LS, Maheu E, Martin-Mola E, Pavelka K, Punzi L, Reiter S, Smolen J, Verbruggen G, Watt I, Zimmermann-Gorska I, Escisit. EULAR evidence-based recommendations for the diagnosis of hand osteoarthritis: report of a task force of ESCISIT. *Ann Rheum Dis.* 2009 Jan;68(1):8-17.
37. van Saase JL, van Romunde LK, Cats A, Vandenbroucke JP, Valkenburg HA. Epidemiology of osteoarthritis: Zoetermeer survey. Comparison of radiological osteoarthritis in a Dutch population with that in 10 other populations. *Ann Rheum Dis.* 1989 Apr;48(4):271-80.
38. Cho HJ, Morey V, Kang JY, Kim KW, Kim TK. Prevalence and Risk Factors of Spine, Shoulder, Hand, Hip, and Knee Osteoarthritis in Community-dwelling Koreans Older Than Age 65 Years. *Clin Orthop Relat Res.* 2015 Oct;473(10):3307-14.
39. Haara MM, Manninen P, Kröger H, Arokoski JP, Kärkkäinen A, Knekt P, Aromaa A, Heliövaara M. Osteoarthritis of finger joints in Finns aged 30 or over: prevalence, determinants, and association with mortality. *Ann Rheum Dis.* 2003 Feb;62(2):151-8.
40. Haugen IK, Englund M, Aliabadi P, Niu J, Clancy M, Kvien TK, Felson DT. Prevalence, incidence

and progression of hand osteoarthritis in the general population: the Framingham Osteoarthritis Study. *Ann Rheum Dis*. 2011 Sep;70(9):1581-6.

41. Niu J, Zhang Y, LaValley M, Chaisson CE, Aliabadi P, Felson DT. Symmetry and clustering of symptomatic hand osteoarthritis in elderly men and women: the Framingham Study. *Rheumatology (Oxford)*. 2003 Feb;42(2):343-8.
42. Pereira D, Peleteiro B, Araujo J, Branco J, Santos RA, Ramos E. The effect of osteoarthritis definition on prevalence and incidence estimates: a systematic review. *Osteoarthritis Cartilage*. 2011 Nov;19(11):1270-85.
43. Dillon CF, Hirsch R, Rasch EK, Gu Q. Symptomatic hand osteoarthritis in the United States: prevalence and functional impairment estimates from the third U.S. National Health and Nutrition Examination Survey, 1991-1994. *Am J Phys Med Rehabil*. 2007 Jan;86(1):12-21.
44. Bellamy N, Sothorn RB, Campbell J, Buchanan WW. Rhythmic variations in pain, stiffness, and manual dexterity in hand osteoarthritis. *Ann Rheum Dis*. 2002 Dec;61(12):1075-80.
45. Allen KD, Coffman CJ, Golightly YM, Stechuchak KM, Keefe FJ. Daily pain variations among patients with hand, hip, and knee osteoarthritis. *Osteoarthritis Cartilage*. 2009 Oct;17(10):1275-82.
46. Schaefer LF, McAlindon TE, Eaton CB, Roberts MB, Haugen IK, Smith SE, Duryea J, Driban JB. The associations between radiographic hand osteoarthritis definitions and hand pain: data from the osteoarthritis initiative. *Rheumatol Int*. 2018 Mar;38(3):403-13.
47. Dahaghin S, Bierma-Zeinstra SM, Ginai AZ, Pols HA, Hazes JM, Koes BW. Prevalence and pattern of radiographic hand osteoarthritis and association with pain and disability (the Rotterdam study). *Ann Rheum Dis*. 2005 May;64(5):682-7.
48. Bijsterbosch J, Scharloo M, Visser AW, Watt I, Meulenbelt I, Huizinga TW, Kaptein AA, Kloppenburg M. Illness perceptions in patients with osteoarthritis: change over time and association with disability. *Arthritis Rheum*. 2009 Aug 15;61(8):1054-61.
49. Socialstyrelsen I. Klassifikation av funktionstillstånd, funktionshinder och hälsa. Svensk version av International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF) Stockholm: Socialstyrelsen. 2003.
50. Haugen IK, Magnusson K, Turkiewicz A, Englund M. The Prevalence, Incidence, and Progression of Hand Osteoarthritis in Relation to Body Mass Index, Smoking, and Alcohol Consumption. *J Rheumatol*. 2017 Sep;44(9):1402-9.
51. Davis JE, Schaefer LF, McAlindon TE, Eaton CB, Roberts MB, Haugen IK, Smith SE, Duryea J, Lu B, Driban JB. Characteristics of Accelerated Hand Osteoarthritis: Data from the Osteoarthritis Initiative. *J Rheumatol*. 2019 Apr;46(4):422-8.
52. Shah K, Yang X, Lane JC, Collins GS, Arden NK, Furniss D, Filbay SR. Risk factors for the progression of finger interphalangeal joint osteoarthritis: a systematic review. *Rheumatology International*. 2020:1-12.
53. Shah K, Cai H, Lane JCE, Collins GS, Arden NK, Furniss D, Filbay SR. Prognostic factors for finger interphalangeal joint osteoarthritis: a systematic review. *Rheumatology (Oxford)*. 2020 Nov 30.
54. Kwok WY, Plevier JW, Rosendaal FR, Huizinga TW, Kloppenburg M. Risk factors for progression in hand osteoarthritis: a systematic review. *Arthritis Care Res (Hoboken)*. 2013 Apr;65(4):552-62.
55. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, Shamseer L, Tetzlaff JM, Akl EA, Brennan SE, Chou R, Glanville J, Grimshaw JM, Hrobjartsson A, Lalu MM, Li T, Loder EW, Mayo-Wilson E, McDonald S, McGuinness LA, Stewart LA, Thomas J, Tricco AC, Welch VA, Whiting P, Moher D. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*. 2021 Mar 29;372:n71.
56. Liberati A, Altman DG, Tetzlaff J, Mulrow C, Gotzsche PC, Ioannidis JPA, Clarke M, Devereaux PJ, Kleijnen J, Moher D. The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-

- analyses of studies that evaluate healthcare interventions: explanation and elaboration. *BMJ*. 2009;339(jul21 1):b2700-b.
57. SBU. Utvärdering av metoder i hälso- och sjukvården och insatser i socialtjänsten: en metodbok. Stockholm: Statens beredning för medicinsk och social utvärdering (SBU); 2020.
 58. Begg CB, Mazumdar M. Operating characteristics of a rank correlation test for publication bias. *Biometrics*. 1994 Dec;50(4):1088-101.
 59. Egger M, Davey Smith G, Schneider M, Minder C. Bias in meta-analysis detected by a simple, graphical test. *BMJ*. 1997 Sep 13;315(7109):629-34.
 60. Duval S, Tweedie R. Trim and fill: A simple funnel-plot-based method of testing and adjusting for publication bias in meta-analysis. *Biometrics*. 2000 Jun;56(2):455-63.
 61. Borenstein M. *Common mistakes in meta-analysis and how to avoid them*. Englewood: Biostat, Incorporated; 2019.
 62. Kivekas J, Riihimäki H, Husman K, Hanninen K, Harkonen H, Kuusela T, Pekkarinen M, Tola S, Zitting AJ. Seven-year follow-up of white-finger symptoms and radiographic wrist findings in lumberjacks and referents. *Scand J Work Environ Health*. 1994 Apr;20(2):101-6.
 63. Bovenzi M, Fiorito A, Volpe C. Bone and joint disorders in the upper extremities of chipping and grinding operators. *Int Arch Occup Environ Health*. 1987;59(2):189-98.
 64. Malchaire J, Maldague B, Huberlant JM, Croquet F. Bone and joint changes in the wrists and elbows and their association with hand and arm vibration exposure. *Ann Occup Hyg*. 1986;30(4):461-8.
 65. Burke MJ, Fear EC, Wright V. Bone and joint changes in pneumatic drillers. *Ann Rheum Dis*. 1977 Jun;36(3):276-9.
 66. Laitinen J, Puranen J, Vuorinen P. Vibration syndrome in lumbermen (working with chain saws). *J Occup Med*. 1974 Aug;16(8):552-6.
 67. Hellström B, Andersen KL. Vibration injuries in Norwegian forest workers. *Br J Ind Med*. 1972 Jul;29(3):255-63.
 68. Härkönen H, Riihimäki H, Tola S, Mattsson T, Pekkarinen M, Zitting A, Husman K. Symptoms of vibration syndrome and radiographic findings in the wrists of lumberjacks. *Br J Ind Med*. 1984 Feb;41(1):133-6.
 69. Kumlin T, Wiikeri M, Sumari P. Radiological changes in carpal and metacarpal bones and phalanges caused by chain saw vibration. *Br J Ind Med*. 1973 Jan;30(1):71-3.
 70. Suzuki K, Takahashi S, Nakagawa T. Radiological studies of the wrist joint among chain saw operating lumberjacks in Japan. *Acta Orthop Scand*. 1978 Oct;49(5):464-8.
 71. Van den Bossche J, Lahaye D. X ray anomalies occurring in workers exposed to vibration caused by light tools. *Br J Ind Med*. 1984 Feb;41(1):137-41.
 72. van den Bosch MHJ. Osteoarthritis year in review 2020: biology. *Osteoarthritis Cartilage*. 2021 Feb;29(2):143-50.
 73. Burke FD, Proud G, Lawson IJ, McGeoch KL, Miles JN. An assessment of the effects of exposure to vibration, smoking, alcohol and diabetes on the prevalence of Dupuytren's disease in 97,537 miners. *J Hand Surg Eur Vol*. 2007 Aug;32(4):400-6.
 74. Niu S, Colosio C, Curugno M, Adisesh A. Diagnostic and exposure criteria for occupational diseases Guidance notes for diagnosis and prevention of the diseases in the ILO list of occupational diseases (revised 2010): International Labour Organisation 2022.
 75. Bovenzi M. Exposure-response relationship in the hand-arm vibration syndrome: an overview of current epidemiology research. *Int Arch Occup Environ Health*. 1998 Nov;71(8):509-19.

76. Palmer KT, Bovenzi M. Rheumatic effects of vibration at work. *Best Practice and Research: Clinical Rheumatology*. [Article]. 2015;29(3):424-39.
77. Stahl S, Stahl AS, Meisner C, Rahmanian-Schwarz A, Schaller HE, Lotter O. A systematic review of the etiopathogenesis of Kienbock's disease and a critical appraisal of its recognition as an occupational disease related to hand-arm vibration. *BMC Musculoskelet Disord*. 2012 Nov 21;13:225.
78. Yucesoy B, Charles LE, Baker B, Burchfiel CM. Occupational and genetic risk factors for osteoarthritis: a review. *Work*. 2015 Jan 1;50(2):261-73.
79. Stahl S, Hentschel PJH, Lotter O, Meisner C, Manoli T, Schaller HE, Stahl AS. Prospective case-control study on the etiopathology of Kienbock disease. *Plastic and reconstructive surgery*. 2014 Mar;133(3):324e-34e.
80. Hunter D, McLaughlin AIG, Perry KMA. Clinical Effects of the Use of Pneumatic Tools. *British Journal of Industrial Medicine*. 1945;2(1):10-6.
81. Altman D, Machin D, Bryant T, Gardner M. *Statistics with confidence: confidence intervals and statistical guidelines*: John Wiley & Sons; 2013.
82. Malmquist J. Risk och odds-hur man räknar med handelser. *Lakartidningen*. 2002(8):751-6.
83. AFS2005:15. *Föreskrifter om vibrationer*. Stockholm: Arbetsmiljöverket2005.
84. Zeng P, Bengtsson C, Klareskog L, Alfredsson L. Working in cold environment and risk of developing rheumatoid arthritis: results from the Swedish EIRA case-control study. *RMD Open*. 2017;3(2):e000488.
85. Fontana L, Neel S, Claise JM, Ughetto S, Catilina P. Osteoarthritis of the thumb carpometacarpal joint in women and occupational risk factors: a case-control study. *J Hand Surg Am*. 2007 Apr;32(4):459-65.
86. Rossignol M, Leclerc A, Allaert FA, Rozenberg S, Valat JP, Avouac B, Coste P, Litvak E, Hilliquin P. Primary osteoarthritis of hip, knee, and hand in relation to occupational exposure. *Occup Environ Med*. 2005 Nov;62(11):772-7.
87. Wolf JM, Turkiewicz A, Atrosi I, Englund M. Occupational load as a risk factor for clinically relevant base of thumb osteoarthritis. *Occup Environ Med*. 2020 Mar;77(3):168-71.
88. Jensen V, Boggild H, Johansen JP. Occupational use of precision grip and forceful gripping, and arthrosis of finger joints: a literature review. *Occup Med (Lond)*. 1999 Aug;49(6):383-8.
89. Bach Lund C, Mikkelsen S, Frølund Thomsen J. *Systematiska kunskapsöversikter; 12. Arbejdsrelaterede risikofaktorer for slidgigt i tommelens rodled: Arbets-och miljömedicin, Göteborgs universitet; 2018.*
90. Rydberg M, Dahlin LB, Gottsater A, Nilsson PM, Melander O, Zimmerman M. High body mass index is associated with increased risk for osteoarthritis of the first carpometacarpal joint during more than 30 years of follow-up. *RMD Open*. 2020 Oct;6(3).
91. Sanchez-Santos MT, Judge A, Gulati M, Spector TD, Hart DJ, Newton JL, Arden NK, Kluzek S. Association of metabolic syndrome with knee and hand osteoarthritis: A community-based study of women. *Semin Arthritis Rheum*. 2019 Apr;48(5):791-8.
92. Garcia-Gil M, Reyes C, Ramos R, Sanchez-Santos MT, Prieto-Alhambra D, Spector TD, Hart DJ, Arden NK. Serum Lipid Levels and Risk Of Hand Osteoarthritis: The Chingford Prospective Cohort Study. *Sci Rep*. 2017 Jun 9;7(1):3147.
93. Visser AW, Ioan-Facsinay A, de Mutsert R, Widya RL, Loeff M, de Roos A, le Cessie S, den Heijer M, Rosendaal FR, Kloppenburg M, Group NEOS. Adiposity and hand osteoarthritis: the Netherlands Epidemiology of Obesity study. *Arthritis Res Ther*. 2014 Jan 22;16(1):R19.

94. Dahaghin S, Bierma-Zeinstra SM, Koes BW, Hazes JM, Pols HA. Do metabolic factors add to the effect of overweight on hand osteoarthritis? The Rotterdam Study. *Ann Rheum Dis*. 2007 Jul;66(7):916-20.
95. Carman WJ, Sowers M, Hawthorne VM, Weissfeld LA. Obesity as a risk factor for osteoarthritis of the hand and wrist: a prospective study. *Am J Epidemiol*. 1994 Jan 15;139(2):119-29.
96. Oliveria SA, Felson DT, Reed JI, Cirillo PA, Walker AM. Incidence of symptomatic hand, hip, and knee osteoarthritis among patients in a health maintenance organization. *Arthritis Rheum*. 1995 Aug;38(8):1134-41.
97. Yusuf E, Nelissen RG, Ioan-Facsinay A, Stojanovic-Susulic V, DeGroot J, van Osch G, Middelorp S, Huizinga TW, Kloppenburg M. Association between weight or body mass index and hand osteoarthritis: a systematic review. *Ann Rheum Dis*. 2010 Apr;69(4):761-5.
98. Chaisson CE, Zhang Y, Sharma L, Felson DT. Higher grip strength increases the risk of incident radiographic osteoarthritis in proximal hand joints. *Osteoarthritis Cartilage*. 2000;8 Suppl A:S29-32.
99. Chaisson CE, Zhang Y, Sharma L, Kannel W, Felson DT. Grip strength and the risk of developing radiographic hand osteoarthritis: results from the Framingham Study. *Arthritis Rheum*. 1999 Jan;42(1):33-8.
100. Haugen IK, Aaserud J, Kvien TK. Get a grip on factors related to grip strength in persons with hand osteoarthritis: Results from the Nor-Hand study. *Arthritis Care Res (Hoboken)*. 2020 Jul 23.
101. AFS2019:3. Medicinska kontroller i arbetslivet. Stockholm: Arbetsmiljöverket; 2019. p. 60.

APPENDIX

Bilaga 1. Kriterier för skattning av risk för snedvridning ("risk of bias").

Artros

Kriterium	Alternativ	Poäng
Röntgenundersökning (ROA)*	Röntgenverifierad artros (ordinalskala) KL** ≥ 2	4
	Röntgenverifierad artros (ordinalskala ospec.)	3
	Röntgenverifierad annan enskild avvikelse:	2
	Cysta, vakuol, skleros, malaci (nominalskala)	
Röntgenprojektioner	Två projectioner (front och sida)	1
	En projektion	0
Kontrollbedömd	Kontroll av ytterligare en röntgenläkare	1
	Kontroll av endast en röntgenläkare	0
Bakgrundsinformation vid tolkning	Blinded	1
	Med information	0
Beaktat alternativa differentialdiagnoser	Exkluderat annan artritjukdom eller skada	1
	Ej redovisat	0
* Röntgendefinierad Osteo artros	** Kellgren – Lawrence (29)	

Exponering

Kriterium	Alternativ	Poäng
Aktuell exponering nivå (m/s ²)	Objektiva mätningar	2
	Subjektiv skattning	1
	Uppgift saknas	0
Uppgifter om tidigare acceleration	Objektiva mätningar	2
	Subjektiv skattning	1
	Uppgift saknas	0
Uppgifter om tidigare exponeringstid (år)	Objektiva mätningar	2
	Subjektiv skattning	1
	Uppgift saknas	0
Uppgifter om tidigare exponeringstid (tim/dag)	Objektiva mätningar	2
	Subjektiv skattning	1
	Uppgift saknas	0
Uppgifter om tidigare exponeringstid (tim/dag)	Objektiva mätningar	2
	Subjektiv skattning	1
	Uppgift saknas	0

Metod

Kriterium	Alternativ	Poäng
Studie design	RCT	8
	Kohort	6
	Fall-kontroll	4
	Tvärnsnitt	2
Deltagande frekvens	Deltagandefrekvens högre än 70%. Alternativt bortfall vid uppföljning mindre än 30%	2
	Ej uppfyllt	0
Kontroll av individuella störfaktorer i den statistiska analysen (tex. ålder, BMI, ärflighet, alkohol)	Ja	2
	Nej	0

Bilaga 2. Exkluderade studier efter relevansbedömning

Exkluderade artiklar som inte var original artiklar utan översikter

- Andreu JL, Oton T, Silva-Fernandez L, Sanz J (2011) Hand pain other than carpal tunnel syndrome (CTS): the role of occupational factors. *Best Pract Res Clin Rheumatol* 25(1):31-42 doi: 10.1016/j.berh.2010.12.001
- Bovenzi M (1998) Exposure-response relationship in the hand-arm vibration syndrome: an overview of current epidemiology research. *Int Arch Occup Environ Health* 71(8):509-19 doi: 10.1007/s004200050316
- Gemne G, Saraste H (1987) Bone and joint pathology in workers using hand-held vibrating tools. An overview. *Scand J Work Environ Health* 13(4):290-300 doi:10.5271/sjweh.2048
- Hagberg M (2002) Clinical assessment of musculoskeletal disorders in workers exposed to hand-arm vibration. *Int Arch Occup Environ Health* 75(1-2):97-105 doi:10.1007/s004200100283
- Hammer PE, Shiri R, Kryger AI, Kirkeskov L, Bonde JP (2014) Associations of work activities requiring pinch or hand grip or exposure to hand-arm vibration with finger and wrist osteoarthritis: a meta-analysis. *Scand J Work Environ Health* 40(2):133-45 doi:10.5271/sjweh.3409
- Palmer KT, Bovenzi M (2015) Rheumatic effects of vibration at work. *Best Pract Res Clin Rheumatol* 29(3):424-39 doi:10.1016/j.berh.2015.05.001
- Stahl S, Stahl AS, Meisner C, Rahmanian-Schwarz A, Schaller HE, Lotter O (2012) A systematic review of the etiopathogenesis of Kienbock's disease and a critical appraisal of its recognition as an occupational disease related to hand-arm vibration. *BMC Musculoskelet Disord* 13:225 doi:10.1186/1471-2474-13-225
- Walker-Bone K, Palmer KT (2002) Musculoskeletal disorders in farmers and farm workers. *Occup Med (Lond)* 52(8):441-50 doi:10.1093/occmed/52.8.441
- Yucesoy B, Charles LE, Baker B, Burchfiel CM (2015) Occupational and genetic risk factors for osteoarthritis: a review. *Work* 50(2):261-73 doi:10.3233/wor-131739

Exkluderade artiklar som var publicerade på språk annat än engelska

- Balan GM, Cherkasskaia RG, Samoilov AV, Kudrina EA (1992) [Pathology of the joints of the hand and periarticular tissues in exposure to local vibration and functional overload of the hands]. *Gig Tr Prof Zabol*(5):21-3
- Barsi C, Rossaro R (1963) [OSTEOARTHROPATHIES INDUCED BY VIBRATIONS: RADIOLOGIC FINDINGS IN 84 MINERS EMPLOYED IN THE USE OF PNEUMATIC DRILLING HAMMERS]. *Rass Med Ind Ig Lav* 32:592-9
- Bonora F, Rombola G, Rossaro R (1955) [Diseases caused by vibrations; clinico-radiological survey of the miners of Monte Amiata]. *Riv Infort Mal Prof* 42(2):233-47
- Bovenzi M (1999) [The hand-arm vibration syndrome: (I) the clinical picture, exposure-response relationship and exposure limits]. *Med Lav* 90(4):547-55
- Chudinova OA, Fedorov AA, Venediktov DL, Samokhvalova GN, Il'ina MI, Budlianskaia SV (2010) [Pulsed low-frequency electrotherapy of vibration disease associated with osteoarthritis]. *Vopr Kurortol Fizioter Lech Fiz Kult*(3):15-8
- De Rosa E, Saia B (1970) Relations between dupuytren' disease and technopathy from vibrating tools. *LavUmano* 22(7):304-310

- Dobek J, Rafalski H, Bernacki K (1977) [X-ray changes in the osteoarticular system in sawyers]. *Med Pr* 28(3):217-27
- Gobbato F, Blasina G, Crupi A, Patussi V (1981) [May hand-arm vibration exposure be a hypertension-risk factor? (author's transl)]. *Med Lav* 72(5):389-98
- Griefahn B (1999) Work with exposure to mechanical vibration. *Arbeitsmedizin Sozialmedizin Umweltmedizin* 34(12):522-523
- Grigorian EA, Druzhinin VN, Seferova NI, Ermolenko AE (1986) [Roentgenological examination of the bones and joints of workers exposed to intermittent vibrations transmitted through the hands]. *Gig Tr Prof Zabol*(2):49-51
- Gui JC, et al. (2007) [Experimental study about the dorsal approach to arthroscopic lateral release in hallux valgus surgery]. *Zhonghua Wai Ke Za Zhi* 45(22):1553-6
- Horvath F, Kakossy T (1973) [Aseptic necroses of lunate or navicular bones with motor-saw workers (author's transl)]. *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 111(6):906-13
- Horvath F, Kakossy T (1971) [Fatigue fractures in individuals working with vibrating tones]. *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 109(1):99-104
- Horvath F, Kakossy T (1979) [Arthrosis of the distal radio-ulnar joint in workers using motorised saws (author's transl)]. *Rofo* 131(1):54-9
- Horvath F, Kakossy T, Kovacs L (1973) [Radiographic findings of carpal bones of motor-sawyers (author's transl)]. *Radiol Diagn (Berl)* 14(5):583-94
- Kákossy T, Németh L, Kiss G, Lászlóffy M, Kardos K (2006) [Clinical features of the hand-arm vibration syndrome in miners]. *Orv Hetil* 147(18):833-9
- Kakossy T, Nemeth L, Kiss G, Martin J, Laszloffy M (2003) [Hand-arm vibration syndrome in foundry workers]. *Orvosi Hetilap* 144(43):2129-35
- Kir'iaikov VA, Sukhova AV, Saarkoppel LM (2011) [Bone and joint changes caused by exposure to local vibration]. *Med Tr Prom Ekol*(8):36-43
- Penkovich AA, Prigoda LN, Suetina EN, Vasil'evykh ML (2010) [Should locomotor disorders of upper extremities under exposure to local vibration be considered as a pathogenetic sign of vibration disease?]. *Med Tr Prom Ekol*(7):37-40
- Polakowska B (1992) [Etiopathogenetic factors of degenerative diseases of the spine and the effects of exertion and working conditions]. *Med Pr* 43(2):153-8

Exkluderade artiklar som saknar rätt utfall/exponering

- Beaudart C, Buckinx F, Maquet D, Crielaard JM, Reginster JY, Bruyere O (2013) Clinical characteristics of patients responsive to whole body vibration. *Osteoporosis International Conference: European Congress on Osteoporosis and Osteoarthritis, ESCEO13-IOF. Rome Italy. Conference Publication: (var pagings). 24 (1 SUPPL. 1) (pp S243) doi:http://dx.doi.org/10.1007/s00198-013-2312-y*
- Bernard TE, Wilder FV, Aluoch M, Leaverton PE (2010) Job-related osteoarthritis of the knee, foot, hand, and cervical spine. *J Occup Environ Med* 52(1):33-8 doi:10.1097/JOM.0b013e3181c40e98
- Boocock MG, Collier JMK, McNair PJ, Simmonds M, Larmer PJ, Armstrong B (2009) A Framework for the Classification and Diagnosis of Work-Related Upper Extremity Conditions: Systematic Review. *Seminars in Arthritis and Rheumatism* 38(4):296-311 doi: http://dx.doi.org/10.1016/j.semarthrit.2007.10.006
- Bovenzi M, Zadini A, Franzinelli A, Borgogni F (1991) Occupational musculoskeletal disorders in the neck and upper limbs of forestry workers exposed to hand-arm vibration. *Ergonomics* 34(5):547-62 doi:10.1080/00140139108967336

- Caspi D, et al. (2001) Clinical, radiologic, demographic, and occupational aspects of hand osteoarthritis in the elderly. *Semin Arthritis Rheum* 30(5):321-31 doi:10.1053/sarh.2001.19957
- Dalboge A, Frost P, Andersen JH, Svendsen SW (2020) Exposure-response relationships between cumulative occupational shoulder exposures and different diagnoses related to surgery for subacromial impingement syndrome. *International Archives of Occupational & Environmental Health* 93(3):375-380 doi:https://dx.doi.org/10.1007/s00420-019-01485-6
- Denko CW (1960) Mechanical vibration and s incorporation. *Environmental Research* 2(3):143-148
- Eymard F, Chevalier X, Conrozier T (2017) Obesity and radiological severity are associated with viscosupplementation failure in patients with knee osteoarthritis. *J Orthop Res* 35(10):2269-2274 doi:https://dx.doi.org/10.1002/jor.23529
- Eymard Jr F, Chevalier X, Conrozier T (2016) Obesity and severity of joint space narrowing are associated with a lower rate of success of viscosupplementation in patients with knee osteoarthritis. Post-hoc analysis of a double-blind, controlled, multicenter, randomized trial. *Osteoarthritis and Cartilage Conference:2016 Osteoarthritis Research Society International World Congress, OARSI 2016. Amsterdam Netherlands. Conference Publication: (var.pagings). 24 (SUPPL. 1) (pp S528)*
- Fontana L, Neel S, Claise JM, Ughetto S, Catilina P (2007) Osteoarthritis of the thumb carpometacarpal joint in women and occupational risk factors: a case-control study. *J Hand Surg Am* 32(4):459-65 doi:10.1016/j.jhsa.2007.01.014
- Gignac MAM, et al. (2020) Men and Women's Occupational Activities and the Risk of Developing Osteoarthritis of the Knee, Hip, or Hands: A Systematic Review and Recommendations for Future Research. *Arthritis Care Res (Hoboken)* 72(3):378-396 doi:10.1002/acr.23855
- Haara MM, et al. (2005) Association of radiological hand osteoarthritis with bone mineral mass: a population study. *Rheumatology (Oxford)* 44(12):1549-54 doi:10.1093/rheumatology/kei084
- Haara MM, et al. (2004) Osteoarthritis in the carpometacarpal joint of the thumb. Prevalence and associations with disability and mortality. *J Bone Joint Surg Am* 86(7):1452-7 doi:10.2106/0004623-200407000-00013
- Haara MM, et al. (2003) Osteoarthritis of finger joints in Finns aged 30 or over: prevalence, determinants, and association with mortality. *Ann Rheum Dis* 62(2):151-8 doi:10.1136/ard.62.2.151
- Hetman J, Myer KD (2005) The distal metatarsal osteotomy for the treatment of hallux valgus. *Clinics in Podiatric Medicine and Surgery* 22(2):143-167 doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.cpm.2004.11.001
- Jacobsson L, Lindgarde F, Manthorpe R, Ohlsson K (1992) Effect of education, occupation and some lifestyle factors on common rheumatic complaints in a Swedish group aged 50-70 years. *Annals of the Rheumatic Diseases* 51(7):835-43
- James ET, Burke FD (1984) Vibration disease of the capitate. *J Hand Surg Br* 9(2):169-70
- Jamison RN, Mei A, Edwards RR, Ross EL (2018) Efficacy of Vibrating Gloves for Chronic Hand Pain due to Osteoarthritis. *Pain Med* 19(5):1044-1057 doi:10.1093/pm/pnx230
- Jensen V, Boggild H, Johansen JP (1999) Occupational use of precision grip and forceful gripping, and arthrosis of finger joints: a literature review. *Occup Med (Lond)* 49(6):383-8 doi:10.1093/occmed/49.6.383
- Kellgren JH, Lawrence JS (1952) Rheumatism in miners. II. X-ray study. *Br J Ind Med* 9(3):197-207 doi:10.1136/oem.9.3.197
- Kellgren JH, Lawrence JS (1958) Osteo-arthrosis and disk degeneration in an urban population. *Ann Rheum Dis* 17(4):388-97 doi:10.1136/ard.17.4.388
- Kessler S, Stove J, Puhl W, Sturmer T (2003) First carpometacarpal and interphalangeal osteoarthritis of the hand in patients with advanced hip or knee OA. Are there differences in the aetiology? *Clin Rheumatol* 22(6):409-13 doi:10.1007/s10067-003-0783-5

- Klussmann A, Steinberg U, Liebers F, Gebhardt H, Rieger MA (2010) The Key Indicator Method for Manual Handling Operations (KIM-MHO) - Evaluation of a new method for the assessment of working conditions within a cross-sectional study. *BMC Musculoskeletal Disorders* 11 (no pagination) doi:<http://dx.doi.org/10.1186/1471-2474-11-272>
- Koskinen K, et al. (1998) Radiographic abnormalities among Finnish construction, shipyard and asbestos industry workers. *Scand J Work Environ Health* 24(2):109-17 doi:10.5271/sjweh.287
- Lai Z, Lee S, Chen Y, Wang L (2021) Comparison of whole-body vibration training and quadriceps strength training on physical function and neuromuscular function of individuals with knee osteoarthritis: A randomised clinical trial. *J Exerc Sci Fit* 19(3):150-157 doi:10.1016/j.jesf.2021.01.003
- Lawrence JS (1955) Rheumatism in coal miners. III. Occupational factors. *Br J Ind Med* 12(3):249-61 doi:10.1136/oem.12.3.249
- Lehto TU, Rönnemaa TE, Aalto TV, Helenius HY (1990) Roentgenological arthrosis of the hand in dentists with reference to manual function. *Community Dent Oral Epidemiol* 18(1):37-41 doi:10.1111/j.1600-0528.1990.tb00659.x
- Lloyd-Davies T, Glaser E, Collins C (1957) Absence of Raynaud's phenomenon in workers using vibratory tools in a warm climate. *Lancet* 269(6977):1014-1016 doi:[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(57\)91335-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(57)91335-1)
- Lv Y, Tian W, Chen D, Liu Y, Wang L, Duan F (2018) The prevalence and associated factors of symptomatic cervical Spondylosis in Chinese adults: A community-based cross-sectional study. *BMC Musculoskeletal Disorders* 19(1) doi:<http://dx.doi.org/10.1186/s12891-018-2234-0>
- McCann MR, et al. (2014) Whole body vibration results in degeneration of the intervertebral disc and knee joint in a mouse model: Is fibrocartilage the culprit? *Journal of Cell Communication and Signaling Conference:20th Annual Meeting of the Canadian Connective Tissue Conference, CCTC 2014. Canada.* 8 (3) (pp 259) doi:<http://dx.doi.org/10.1007/s12079-014-0238-6>
- Nieradko-Iwanicka B (2019) Hand-arm vibration syndrome. *Reumatologia* 57(6):347-349 doi:<http://dx.doi.org/10.5114/reum.2019.90364>
- Nunes N, et al. (2012) Wireless platform for ergonomics evaluation of occupational biomechanical exposure. *Journal of Biomechanics Conference:18th Congress of the European Society of Biomechanics, ESB 2012. Portugal.* 45 (Supplement) (pp S506)
- Rodola F, et al. (2002) Intra-articular analgesia following arthroscopic surgery of the shoulder. *European Review for Medical and Pharmacological Sciences* 5(4):143-146
- Rossignol M (2004) Primary osteoarthritis and occupation in the Quebec national health and social survey. *Occup Environ Med* 61(9):729-35 doi:10.1136/oem.2003.010389
- Rossignol M, et al. (2005) Primary osteoarthritis of hip, knee, and hand in relation to occupational exposure. *Occup Environ Med* 62(11):772-7 doi:10.1136/oem.2005.020057
- Rossignol M, et al. (2003) Primary osteoarthritis and occupations: a national cross sectional survey of 10 412 symptomatic patients. *Occup Environ Med* 60(11):882-6 doi:10.1136/oem.60.11.882
- Rytönen E, Sorainen E, Leino-Arjas P, Solovieva S (2006a) Hand-arm vibration exposure of dentists. *Int Arch Occup Environ Health* 79(6):521-7 doi:10.1007/s00420-005-0079-y
- Rytönen E, Sorainen E, Leino-Arjas P, Solovieva S (2006b) Hand-arm vibration exposure of dentists. *International Archives of Occupational & Environmental Health* 79(6):521-7
- Sakakibara H, Suzuki H, Momoi Y, Yamada S (1993) Elbow joint disorders in relation to vibration exposure and age in stone quarry workers. *International Archives of Occupational & Environmental Health* 65(1):9-12

- Sauni R, Paakkonen R, Virtema P, Toppila E, Uitti J (2009) Dose-response relationship between exposure to hand-arm vibration and health effects among metalworkers. *Ann Occup Hyg* 53(1):55-62 doi:10.1093/annhyg/men075
- Solovieva S, Vehmas T, Riihimaki H, Luoma K, Leino-Arjas P (2005) Hand use and patterns of joint involvement in osteoarthritis. A comparison of female dentists and teachers. *Rheumatology (Oxford)* 44(4):521-8 doi:10.1093/rheumatology/keh534
- Solovieva S, et al. (2006) Finger osteoarthritis and differences in dental work tasks. *J Dent Res* 85(4):344-8 doi:10.1177/154405910608500412
- Sonne-Holm S, Jacobsen S (2006) Osteoarthritis of the first carpometacarpal joint: a study of radiology and clinical epidemiology. Results from the Copenhagen Osteoarthritis Study. *Osteoarthritis Cartilage* 14(5):496-500 doi:10.1016/j.joca.2005.12.001
- Stahl S, et al. (2012) An international opinion research survey of the etiology, diagnosis, therapy and outcome of Kienbock's disease (KD). *Chir Main* 31(3):128-37 doi:10.1016/j.main.2012.03.001
- Stenlund B, Goldie I, Hagberg M, Hogstedt C, Marions O (1992) Radiographic osteoarthrosis in the acromioclavicular joint resulting from manual work or exposure to vibration. *Br J Ind Med* 49(8):588-93 doi:10.1136/oem.49.8.588
- Taylor AR (1964) Vascular factors in the myelopathy associated with cervical spondylosis. *Neurology* 14(1):62-68
- Taylor NG, Metcalfe SA (2008) A review of surgical outcomes of the Lapidus procedure for treatment of hallux abductovalgus and degenerative joint disease of the first MCJ. *Foot* 18(4):206-210 doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foot.2008.05.005>
- Tian W, Lv Y, Liu Y, Xiao B, Han X (2014) The high prevalence of symptomatic degenerative lumbar osteoarthritis in Chinese adults: a population-based study. *Spine* 39(16):1301-10 doi: <https://dx.doi.org/10.1097/BRS.0000000000000396>
- Wu JC, Calandruccio JH, Weller WJ, Henning PR, Swigler CW (2019) Arthritis of the Thumb Interphalangeal and Finger Distal Interphalangeal Joint. *Orthop Clin North Am* 50(4):489-496 doi:10.1016/j.ocl.2019.05.004

