

Slutrapport til Arbejdsmiljøforskningsfonden, projekt nr. 24-2011-03

## Muskel-skelet lidelser ved tungt løftarbejde – en undersøgelse af lufthavnsportører



## **Slutrapport til Arbejds miljø forsknings fonden**

Titel: Muskel-skelet lidelser ved tungt løftearbejde – en undersøgelse af lufthavnsportører

Forfattere: Sigurd Mikkelsen, Charlotte Brauer og Ellen Bøtker Pedersen fra Arbejds- og Miljømedicinsk Afdeling, Bispebjerg Hospital.

Lau Caspar Thygesen fra Statens Institut for Folkesundhed, Syddansk Universitet.

Erik Bruun Simonsen og Henrik Koblauch fra Institut for Neurovidenskab og Farmakologi, Københavns Universitet.

### Øvrige projektdeltagere:

Karin Helweg-Larsen, Statens Institut for Folkesundhed, Syddansk Universitet

Tine Alkjær, Institut for Neurovidenskab og Farmakologi, Københavns Universitet

Jane Frølund Thomsen, Jens Peter Bonde, Stine Hvid Bern, Emina Mocevic og Kasper Olesen, Arbejds- og Miljømedicinsk Afdeling, Bispebjerg Hospital

Januar 2016

Projektet er støttet af Arbejds miljø forsknings fonden (24-2011-03)

## Forord

BagPack-projektet startede i slutningen af 2011. Projektets overordnede formål var at bidrage med ny viden om sammenhængen mellem tungt løftarbejde og nedslidningslidelser for derved at øge mulighederne for en effektiv forebyggelse af disse lidelser.

Undersøgelsen omfatter en stor gruppe af nuværende og tidligere bagageportører i Københavns Lufthavne i Kastrup og en stor kontrolgruppe. De arbejdsmæssige belastninger er vurderet ud fra målinger og informationer fra en række forskellige datakilder, på gruppebasis og individuelt, og nye tilfælde af indlæggelser for belastnings-relaterede lidelser i lænderyg, skuldre og knæ i perioden 1990 til 2012 er registreret i Landspatientregistret. Supplerende oplysninger er indhentet med spørgeskema.

Vi har haft fortrinlig hjælp til gennemførelse af undersøgelsen fra både arbejdstager- og arbejdsgiver-side. Arbejds miljøforskningsfonden har støttet projektet med 6 mill. kr. (jnr 24-2011-03) og Gigtforeningen med 70.000 kr. (jnr R101-A2003).

Vi vil hermed takke alle, der har bidraget til projektet. En særlig tak rettes til bagageportørerne og kontrolgruppen og deres organisationer, bagageportørernes tillidsmænd og arbejdsmiljørepræsentanter, 3F-Kastrup, 3F-Mølleåen, 3F-København, Vagt- og Sikkerhedsfunktionærernes Fagforening, SAS Ground Service, Novia og Københavns Lufthavne, og til Arbejds miljøforskningsfonden og Gigtforeningen.

På vegne af projektgruppen

Charlotte Brauer, overlæge, ph.d., projektleder

Januar 2016

## Indhold

Forord .....	3
Dansk resumé .....	5
English summary.....	9
Baggrund .....	13
Formål.....	14
Metode .....	15
Beskrivelse af bagageportørernes arbejde.....	15
Biomekanisk studie.....	17
Epidemiologisk studie.....	22
Etablering af studiekohorten.....	22
Udfald .....	26
Eksponering .....	26
Konfoundere.....	26
Analyser .....	27
Resultater .....	28
Lænderyg sygdomme .....	28
Skulderlidelser .....	31
Slidgigt i knæ.....	33
Menisk-lidelser i knæ.....	35
Spørgeskemaundersøgelsen.....	37
Konklusion og perspektivering .....	40
Oversigt over formidling af projektet.....	42
Appendiks 1: Funktionskoder .....	46
Appendiks 2: Udfald defineret ved diagnosekoder i Landspatientregistret .....	48
Referencer .....	50

## Dansk resumé

### Formål og baggrund

Projektets overordnede formål var at bidrage med ny viden om sammenhængen mellem tungt løftarbejde og nedslidningslidelser for derved at øge mulighederne for at forebygge disse lidelser.

Gennem de seneste årtier har mange bagageportører fået anerkendt forskellige lidelser i bevægeapparatet som arbejdsbetingede lidelser.

Der mangler imidlertid fortsat viden om sammenhængen mellem fysiske arbejdsmæssige belastninger og udvikling af bevægeapparatslidelser, herunder hvilke belastninger, der medfører hvilke sygdomme, og hvordan dosis-respons sammenhænge ser ud. Vurderingen af årsagssammenhænge kompliceres yderligere af, at mange undersøgelser er tværsnitsundersøgelser. Endvidere er måling af sygdom og belastning ofte ikke uafhængige af hinanden, hvilket kan give falske sammenhænge.

Bagageportørernes arbejde i Københavns Lufthavn i Kastrup er blandt de mest fysisk belastende typer arbejde i Danmark. Informationer fra forskellige registre muliggjorde 1) dannelsen af en historisk kohorte af bagageportører og en sammenlignelig kontrolgruppe, 2) registrering af start- og sluttidspunkt tilbage i tid for den enkelte bagageportørs arbejdsfunktioner, 3) en detaljeret beskrivelse af den gennemsnitlige belastning som bagageportør, og 4) registrering af sygdomme i bevægeapparatet uafhængigt af informationer om arbejdsfunktioner og belastning. Disse karakteristika er meget ønskværdige for undersøgelser af årsags-sammenhænge mellem belastning og sygdom og derfor også for beslutninger om forebyggelse.

### Materiale og metoder

Undersøgelsen omfatter nuværende og tidligere bagageportører i Københavns Lufthavn i Kastrup og en kontrolgruppe. Ud fra arbejdsgivernes elektroniske personalekartoteker er udtrukket mænd med ufaglært arbejde i lufthavnen, herunder oplysninger om start- og slutdato for arbejde i bestemte arbejdsområder og med bestemte arbejdsfunktioner. Vi har endvidere fra fagforeningens 3F's medlemskartoteker udtrukket alle mandlige medlemmer tilbage i tiden med start- og slutdato for medlemskab i 3F Kastrup, 3F København og 3F Mølleåen, tilsvarende for mandlige medlemmer af Vagt- og Sikkerhedsfunktionærernes Fagforening svarende til de to lokale afdelinger, der dækker medlemmer med arbejde i Københavns Lufthavn. I data fra

3F Kastrup, der organiserer bagageportørerne i lufthavnen, indgik oplysninger om start- og slut-dato for arbejde som bagageportør.

På baggrund af det samlede sæt af oplysninger er der etableret en historisk kohorte af nuværende og tidligere bagageportører i Københavns Lufthavn, i alt 3473 personer, og en kontrolgruppe, der har arbejdet med andet ufaglært arbejde i det storkøbenhavnske område, i alt 65.702 personer.

Den generelle belastning ved arbejde som bagageportør er belyst for de sidste 25 år ud fra omfattende og detaljerede oplysninger om fragtmængder, flytrafik, bemandingslister og tidligere stikprøveundersøgelser.

Belastningen er endvidere vurderet ved observationer i lufthavnen, måling af skulder-, nakke- og rygmusklernes elektriske aktivitet (EMG), videofilmning af forskellige typer arbejde, og ved en avanceret computer metode (AnyBody Modeling System™). Denne metode anvender laboratoriemålinger og computermodellering til at opnå en detaljeret 3-dimensionel analyse af belastningerne i muskler og led ved forskellige arbejdsopgaver, og medinddrager belastningen ved fx skæve løft og accelerationer.

Oplysninger om Indlæggelse og operation for bestemte lidelser i lænderyg (diskusprolaps i lænderyggen samt lumbago/lændesmerter og degenerative lidelser i lænderyggen, skuldre (subakromial skulderlidelse, tidligere benævnt rotator-cuff syndrom), slidgigt i hofter, slidgigt i knæ og menisklidelser i knæ er indhentet fra Landspatientregistret.

Endelig er der gennemført en spørgeskemaundersøgelse i 2012 af nuværende og tidligere bagageportører og en stikprøve fra kontrolgruppen. Besvarelsesprocenten var ca. 70 % i begge grupper. I alt blev spørgeskemaet besvaret af 1827 bagageportører og 2062 personer i kontrolgruppen.

Spørgeskemaundersøgelsen har vi anvendt til at vurdere sammenligneligheden mellem bagageportører og kontrolgruppen, og til en tværsnitsundersøgelse af, hvordan smerter i bevægeapparatet hænger sammen med anciennitet som bagageportør.

I analyserne af den historiske kohorte undersøges om bagageportørerne har større risiko for de nævnte udfald end kontrolgruppen og om der er dosis-respons sammenhæng med kumuleret tid som bagageportør. Endvidere undersøges risikoen for udfald i forhold til arbejde i bagagehallen og på rampen, og i forhold til indførelse af tekniske hjælpemidler i form af løftekrog i bagagehal og forlængede transportbånd (RampSnake, Power Stow) ved læsning og losning af fly.

## Resultater

Der fandtes statistisk sikre dosis-respons sammenhænge mellem kumuleret tid som bagageportør og lumbago og degenerative lidelser i lænderyggen, subakromial skulderlidelse, slidgigt i knæ og menisklidelser i knæ. Der var for få tilfælde af slidgigt i hofter til en nærmere analyse. Bagageportørerne havde ikke en større risiko for at udvikle diskusprolaps i lænden end kontrolgruppen.

Dosis-respons sammenhængen for lumbago og degenerative lidelser i lænderyggen steg med stigende kumuleret tid som bagageportør, også efter justering for alder. Dosis-respons sammenhænge for subakromial skulderlidelse og menisklidelser i knæ viste en stigning i risikoen fra ansættelsesstart og de første 3-5 år, hvorefter risikoen var konstant forhøjet eller let faldende. Risikoen for at udvikle slidgigt i knæ steg med stigende kumuleret tid som bagageportør, men efter justering for alder var denne sammenhæng ikke længere signifikant. Der er imidlertid god grund til at antage at aldersjusteringen er en overjustering, hvilket bl.a. fremgår af, at bagageportørerne fik slidgigt i knæene i yngre alder end kontrolgruppen.

Der var en tendens til at flere af ovenstående fund var mere udtalt for arbejde på rampen end i hallen og mere udtalt på rampen i perioden før 2004 end perioden efter. Disse fund er imidlertid usikre.

Resultaterne af analyserne af fragtmængder, flytrafik, bemandingslister og tidligere stikprøveundersøgelser viste, at bagageportørerne gennemsnitligt håndterer ca. 5 tons bagage om dagen med en gennemsnitsvægt på ca. 15 kg for de enkelte stykker bagage. Den samlede mængde håndteret bagage er lidt mindre i bagagehallen end på rampen og varierer i øvrigt betydeligt med person, ugedag, og årstid.

Den dynamiske computer model i AnyBody systemet estimerede en kompressionskraft i lænderyggen på 4197 newton under knæliggende løft og 4243 newton under løft ved flyside. Disse kompressionskræfter er tæt på de gennemsnitlige brudgrænser for hvirvellegemer (6180 newton) og de anbefalede grænseværdier (Dortmund anbefalingerne) for kompression under løft (5000 newton).

Spørgeskemaundersøgelsen viste at stigende anciennitet som bagageportør hang sammen med flere smerter i nakke, lænderyg, skuldre, albuer, hofter og knæ. Disse tværsnits-resultater støtter ovenstående resultater vedrørende indlæggelser for lidelser i bevægeapparatet.

## Konklusion

Resultaterne viste dosis-respons sammenhænge mellem kumuleret tid som bagageportør og indlæggelser for lumbago og degenerative lidelser i lænderyggen, subakromial skulderlidelse, slidgigt i knæ og menisklidelser i knæ. Disse fund er i overensstemmelse med og støtter dermed resultaterne af andre undersøgelser, der peger på tungt løftearbejde og gods-håndtering som årsag til de nævnte lidelser. På det foreliggende kan vi ikke med sikkerhed pege på, at risikoen er større for bestemte belastninger eller arbejdsstillinger end for andre, men dosis-respons sammenhænge var mest udtalt på rampen, hvilket tyder på at arbejde i lastrummene er særligt belastende.

På basis af den foreliggende undersøgelse er vores konklusion, at håndtering af bagage på gennemsnitligt 15 kg per styk og med en samlet vægt på ca. 5 tons dagligt indebærer en øget risiko for alvorlige lidelser i bevægeapparatet. Risikoen ser ud til at stige fra arbejdet påbegyndes og er herefter vedvarende forhøjet.



## English summary

### Aim and background

The general purpose of the study was to contribute new knowledge on the relation between heavy lifting and degenerative musculoskeletal disorders in order to increase the potential to prevent these disorders.

During the last decades many baggage handlers have had their musculoskeletal disorders accepted as prescribed occupational diseases. However, knowledge about the relation between physical work-related exposures and the development of musculoskeletal disorders is still limited, including knowledge about different types of loads leading to different types of disorders and dose-response associations. The evaluation of causal relations is further complicated because many studies are cross-sectional, and the measurement of disease and loads is often not mutually independent, which may lead to false associations.

The work of airport baggage handlers is among the most physically demanding work tasks in Denmark. Information from different registers made it possible 1) to establish a historical cohort of baggage handlers and a comparable control group, 2) to register start- and end-times of work tasks back in time for each individual baggage handler, 3) to obtain a detailed description of the average physical load of baggage handlers, and 4) to register musculoskeletal disorders independent of information on work tasks and physical work load. These characteristics are desirable in studies of causal associations between load and musculoskeletal disorders, and consequently also for decisions on preventive measures.

### Material and methods

The study includes present and former baggage handlers at the airport in Copenhagen and a reference group. From electronic employee directories we extracted males with unskilled work at the airport, including information about start and end date of employment in certain work areas and work functions. Furthermore, we extracted all present and former male members of Copenhagen local unions of unskilled workers (3F Kastrup, 3F København and 3F Mølleåen) and the start and end dates of their membership, and similarly for male members of two local unions of the Guard and Security Union with members working at the airport. The data from 3F Kastrup, which organizes baggage handlers at the airport in Copenhagen, included start and end dates of working as a baggage handler.

Based on the combined set of information we established a historical cohort of present and former baggage handlers at the airport in Copenhagen, in total 3,473 persons, and a reference group with other unskilled work in the metropolitan area of Copenhagen, in total 65,702 persons.

The general load of baggage handling work is elucidated for the last 25 years from comprehensive and detailed information about freight volumes, air traffic, crew lists, and previous sample assessments.

The work load was further evaluated by observations at the airport, measurements of shoulder, neck and back muscle electrical activity (electromyography), video filming of different types of work, and by an advanced computer method (AnyBody Modeling System™). This method uses laboratory measurements and computer modelling to achieve a detailed 3-dimensional analysis of the loads of muscles and joints for different work tasks, and includes loads generated by twisting and accelerations.

Information about hospitalization and operation for specific disorders in the low back (herniated disc, lumbago and degenerative disorders in the low back), shoulders (subacromial shoulder disorder, previously labelled as rotator-cuff syndrome), hip and knee osteoarthritis, and meniscal lesions in the knee, were retrieved from the National Patient Register.

Finally, we conducted a questionnaire survey in 2012 among present and former baggage handlers and a sample from the reference group. The response rate was approximately 70% in both groups. In total, the questionnaire was filled by 1827 baggage handlers and 2062 persons in the reference group.

The questionnaire study was used to evaluate the comparability of baggage handlers and the reference group, and in a cross-sectional study of the relationship between musculoskeletal pain and seniority as a baggage handler.

The analyses of the historical cohort examine if baggage handlers have a higher risk of the outcomes mentioned above than the reference group, and if there is a dose-response relationship with cumulated time working as baggage handler. The risk is further examined in relation to work in the baggage hall and on the apron, and in relation to introduction of technical aids such as lifting hooks in the baggage hall and extendable belt loader systems (RampSnake, Power Stow) when loading and unloading aircraft.

## Results

We found statistically significant dose-response relationships between cumulative time as a baggage handler and lumbago and degenerative disorders in the low back, subacromial shoulder disorder, knee

osteoarthritis, and meniscal lesions in the knee. There were too few cases of osteoarthritis in the hips to analyze. Baggage handlers did not have an increased risk of a herniated disc in the lower back.

The dose-response association for lumbago and degenerative disorders in the low back increased with increasing cumulative time as a baggage handler, even after adjustment for age. The dose-response associations for subacromial shoulder disorder and meniscal lesions in the knee showed an increasing risk from the start of employment and the first 3-5 years, and then a constantly increased or slowly decreasing risk. The risk for developing osteoarthritis of the knee increased with cumulative time as a baggage handler, but after adjustment for age the association was no longer significant. There are, however, good reasons for considering age adjustment to be an overadjustment. Thus, baggage handlers contracted knee osteoarthritis at a younger age than the reference group.

There was a tendency that the aforementioned results were more outspoken for work on the apron than for work in the baggage hall, and more outspoken on the apron for work before 2004 than after. These findings, however, are uncertain.

The results of the analyses of freight volumes, air traffic, crew lists, and previous sample assessments showed that baggage handlers on average handle approximately 5 tonnes of baggage per day with an average weight of approximately 15 kg per piece of baggage. The total amount of handled baggage was slightly smaller in the baggage hall than on the apron, and moreover, varies considerably between persons, weekdays and seasons.

The dynamic three dimensional computer model in the AnyBody system estimated a compression force in the lumbar spinal column of 4197 newton in a kneeling position and 4243 newton while lifting outside the aircraft. These compression forces are close to mechanical failure loads of spinal vertebrae (6180 N) and the limits (5000 newton) proposed for spinal compression during lifting (Dortmund recommendations).

The questionnaire study showed that increasing seniority as a baggage handler was associated with more pain in the neck, low back, shoulders, elbows, hips and knee. These cross-sectional results support the results the previously mentioned results concerning hospitalization for musculoskeletal disorders.

## Conclusion

The results showed dose-response relationships between cumulative time as a baggage handler and hospitalizations for lumbago and degenerative disorders in the low back, for subacromial shoulder disorders, osteoarthritis of the knee and meniscal lesions of the knee. These findings are consistent with and therefore support the results of other studies pointing to heavy lifting and material handling as a cause of the aforementioned disorders. Our results, however, cannot identify specific loads or working postures as more hazardous than others, but dose-response associations were more pronounced for work on the apron, which could indicate that work in the aircraft baggage compartments is particularly straining for the musculoskeletal system.

Based on the present study, we conclude that handling of baggage with an average weight of 15 kg per piece and totaling approximately 5 tonnes per day implies an increased risk of serious musculoskeletal disorders. The risk seems to increase from the very beginning of the work and stays persistently increased.

## Baggrund

Slidgigt og andre muskel-skelet sygdomme er hyppige og ofte kroniske og invaliderende lidelser. Selv de sædvanligvis ikke er dødelige hører de til blandt de sygdomme, der medfører den største sygdomsbyrde i høj-indkomst lande, baseret på en samlet vurdering af dødelighed, incidens, prævalens og invaliditetsjusterede leveår <sup>(1)</sup>.

Hyppige løft af byrder over ca. 15-20 kg og vrid og foroverbøjning i lænden er anerkendte risikofaktorer for udvikling af *lænderygsmarter* (lumbago, ischias) <sup>(2)</sup>. Fysiske arbejdsmæssige belastningers betydning for udvikling af *slidgigt og diskusprolaps i lænderyggen* er mere usikker <sup>(2)</sup>, men nyere undersøgelser peger på en sammenhæng <sup>(3-7)</sup>. Nylige litteraturgennemgange har forskellige konklusioner. Et canadisk review konkluderer at der ikke er nogen sammenhæng mellem lænderyglidelser og fysiske belastninger <sup>(8)</sup>, men kvaliteten af dette review har været stærkt kritiseret. Et nyere hollandsk review og metaanalyser konkluderer, at intensitet og hyppighed af løftarbejde øger forekomsten af lænderygsmarter signifikant <sup>(9)</sup>.

Arbejde med overarmene flekterede/abducerede over ca. 60 grader, og kraftbetonet repetitivt arbejde er en anerkendt risikofaktor for udvikling af *skuldertendinit (supraspinatus-tendinit)* <sup>(10;11)</sup>. Nyere undersøgelser har påvist dosis-respons sammenhænge mellem arbejdstid med løftet overarm over 90 grader og skuldertendinit, målt ved MR-scanninger <sup>(12)</sup>, og klinisk undersøgelse <sup>(13)</sup>.

Tungt løftarbejde er en anerkendt risikofaktor for *slidgigt i hoften* <sup>(14;15)</sup>, og knæliggende og hugsiddende arbejde for *slidgigt i knæene* <sup>(16-19)</sup>. Det er mere usikkert om tungt løftarbejde kan føre til slidgigt i knæene <sup>(17;19;20)</sup>, men nogle undersøgelser peger på en sammenhæng <sup>(21-23)</sup>.

Der findes kun få undersøgelser af forekomsten af muskel-skelet lidelser blandt lufthavnsportører <sup>(24-26)</sup>. Ingen af undersøgelserne indeholder en kontrolgruppe, og eksponeringsmål inden for gruppen af lufthavnsportører begrænsede sig til antal år i faget eller antal timer om ugen med læsning og lastning af fly. Undersøgelserne peger på at gener i ryg, knæ og arme er de hyppigste klager. Omfanget af ergonomisk belastning ved bagagehåndtering ved bagagebånd, pakning og udpakning af cargo og ved læsning og losning af fly er vurderet i andre undersøgelser <sup>(27-29)</sup>. De enkelte byrder ligger i niveauet 10-15 kg men med meget stor variationsbredde, og den samlede mængde bagage på en arbejdsdag er anslået til 9-10 tons (se <sup>(30)</sup>). Der er generelt enighed om, at arbejdet er belastende for ryg, knæ og skuldre/arme, især ved knæliggende arbejde i snævre lastrum <sup>(28)</sup>.

De tidligere undersøgelser inkluderer kun få eller ingen studier, der gør det muligt at vurdere betydningen af grad og varighed af de relevante eksponeringer. Dermed bliver det også vanskeligt at definere et sikkert niveau for eksponeringer, før der begynder at komme skader (no-effect level).

## Formål

Det er projektets overordnede formål at bidrage med ny viden om sammenhængen mellem tungt løftarbejde og nedslidningslidelser for derved at øge mulighederne for en effektiv forebyggelse af disse lidelser.

Denne målsætning opnås ved at kombinere ny teknologi (AnyBody Modeling System™, <http://www.anybodytech.com/>) til belastningsvurdering med en epidemiologisk undersøgelse af risikoen for at udvikle slidlidelser i lænderyg, hofter, knæ og skuldre ved tungt løftarbejde, belyst ved bagagehåndtering. Projektet sigter mod at bestemme en "dosis-respons" sammenhæng og dermed også en bestemmelse af, hvad der kan betegnes som et "sikkert" løftarbejde uden risiko for slidlidelser i bevægeapparatet.

Mere specifikt skal undersøgelsen besvare følgende spørgsmål:

1. Hvad er kraftbelastningerne i lænderyg, hofter, knæ og skuldre ved typiske arbejdsopgaver med bagagehåndtering blandt lufthavnsportører, herunder hvordan belastningerne ændres ved brug af tekniske hjælpemidler?
2. Hvad er risikoen for udvikling af behandlingskrævende lidelser i lænderyg, knæ, hofter og skuldre blandt lufthavnsportører sammenlignet med en kontrolgruppe uden tungt løftarbejde?
3. Hvordan hænger risikoen for udvikling af behandlingskrævende lidelser i lænderyg, knæ, hofter og skuldre sammen med de belastninger lufthavnsportørerne udsættes for ved bagagehåndtering (intern dosis-respons) og har risikoen ændret sig gennem årene?

Et fjerde punkt om den samfundsøkonomiske gevinst ved forebyggelse af muskel-skelet lidelser ved løftarbejde udgik på grund af reduktion af budgettet i forhold til det ansøgte.

Undersøgelsen vil endvidere etablere en hjemmeside (Rygside.dk) til forebyggelse ud fra eksisterende viden og den viden, der indhentes ved undersøgelsen. Siden skal kunne anvendes af terapeuter til statistisk beregning af rygbelastninger ved symmetriske løft. Vi vil placere et antal løftesituationer som eksempler på avanceret computermodellering af asymmetriske løft.

## Metode

Undersøgelsen er karakteriseret ved at være en prospektiv undersøgelse af en historisk kohorte, hvor både belastninger i arbejdet som bagageportør og bevægeapparatssygdomme er registreret uafhængigt af hinanden og med objektive metoder. En "historisk kohorte" betyder, at den både omfatter nuværende og tidligere bagageportører i Københavns Lufthavn i Kastrup (CPH), og "prospektiv" betyder, at deltagerne følges fra de starter som bagageportører indtil de for første gang bliver syge af en lidelse i bevægeapparatet eller indtil undersøgelsen slutter. Kohorten er dannet ud fra oplysninger i elektroniske registre hos arbejdsgivere og fagforeninger om hhv. ansættelsesperioder og medlemsperioder.

Undersøgelsen består af et biomekanisk studie, der undersøger bagageportørernes kraftbelastninger (formål nr. 1) og en epidemiologisk studie, der undersøger risikoen for udvikling af behandlingskrævende lidelser (formål nr. 2 og 3).

## Beskrivelse af bagageportørernes arbejde

Bagageportørarbejde i lufthavnen består i gentagne perioder med bagagehåndtering af varierende intensitet. Arbejdet kan deles i arbejde indendørs i bagagehallen, hvor bagagen sorteres, og udendørs på rampen ved flyene og inde i flyenes bagagerum.

Bagageportører i bagagehallen arbejder med læsning og aflæsning af bagage mellem bagagebånd, bagagevogne og containere. Trykløfts-løftekrog blev indført i 1998 til brug for løft til og fra bagagevogne og containere med åbent loft, men kan ikke bruges til containere med lukket loft. Bagagen håndteres nogenlunde jævnt fordelt over dagen og generelt uden de store forskelle i aktivitetsniveau, men spidsbelastninger kan forekomme, fx i forbindelse med indkommende fly, hvor bagagen skal omlæses hurtigt til andre fly. Brug af løftekrog varierer betydeligt.

Arbejde på rampen (forpladsen) består af arbejde på jorden og arbejde inde i flyenes bagagerum. På jorden består arbejdet i at læsse og aflæse bagagevogne med bagage til og fra et bæltebånd som transporterer bagagen mellem åbningen til flyets bagagerum og bagagevognene på jorden. Hvis bagagerummet sidder lavt bliver bagagen løftet direkte til og fra lastrummet uden brug af bæltebånd. Bagagehåndtering på

jorden uden brug af bæltebånd udgør dog kun en lille del af arbejdet. Inde i bagagerummet består arbejdet i at flytte bagagen fra bæltebåndet og pakke det rigtigt i bagagerummet, og omvendt ved aflæsning. I årene 2002 til 2005 er der gradvist indført forlængede bæltebånd, der kan drejes og justeres i højden, så bagagen kan føres helt frem til pakkestedet, hvor bagageportørerne ellers skal flytte bagagen manuelt til og fra bagagerummets åbning og frem til pakke-stedet. Nogle fly har dog haft "sliding carpet" i bagagerummets gulv til transport mellem bagagerummets åbning og frem til pakke-stedet. Afhængigt af størrelsen af bagagerummet og bæltebåndstype har læsning og aflæsning inde i flyet været udført af en eller to bagageportører. Arbejdsstillingerne afhænger af højden af bagagerummet i forhold til bagageportørens højde og personlige præferencer, og kan være stående, foroverbøjet, siddende, hugsiddende eller knælende.

På rampen skiftes bagageportørerne normalt til at arbejde på jorden og i flyets bagagerum. Den fysiske belastning inde i bagagerummet er overvejende afhængig af arbejdsstilling og i mindre grad af bæltebåndssystemet. Læsning og aflæsning af bagage på rampen er uensartet fordelt med perioder med og uden bagagehåndtering. I perioder med bagagehåndtering er der vedvarende gentagne løft af bagage, typisk kufferter på gennemsnitligt 15 kg i perioder på 15 til 30 minutter ad gangen, afløst af perioder med andre funktioner eller pause.

Den samlede mængde håndteret bagage er på basis af en række forskellige og uafhængige kilder udregnet til ca. 5 tons bagage per dag på en 9-timers vagt, lidt mere på rampen end i hallen, og med betydelige variationer mellem personer, ugedage og måneder på året. Over årene har den håndterede bagage per bagageportør været nogenlunde den samme. Bagagen flyttes ved løft, skub og træk. Når vi i denne rapport taler om tungt løftearbejde, skal det derfor forstås som manuel håndtering, idet der også indgår skub og træk af bagage samt håndtering af bagage med løfteskrog.



## Biomekanisk studie

Henrik Koblauch og Erik Bruun Simonsen

For at lave en beskrivelse af belastningerne i kroppen under de typiske arbejdsopgaver for bagageportører brugte vi to forskellige metoder: 1) Måling af muskelaktivitet (elektromyografi) og 2) computerbaserede modeller af kroppen, som kan estimere kræfterne i led og muskler.

De typiske arbejdsopgaver blev kortlagt ved et to uger langt observationsforløb i Københavns Lufthavn. Her dannede vi os et godt overblik over hvilke arbejdsopgaver bagageportører udfører. Vores primære fokus var på de arbejdsopgaver, der indeholder væsentlige fysiske belastninger samt optager en markant del af bagageportørernes daglige arbejde. Et overblik over de udvalgte arbejdsopgaver er vist i tabel 1.

Vi målte muskelaktivitet på 23 bagageportører i tre forskellige overordnede arbejdsopgaver: Arbejde i bagagehallen, på rampen uden for fly og på rampen i lastrummet. Vi målte muskelaktivitet på tre skuldermuskler og to rygmuskler. Målingerne blev udført over en hel arbejdsdag og målingerne blev derfor udført i de specifikke arbejdsopgaver dagen bød på. Vi fandt meget få forskelle på niveauet af muskelaktivitet arbejdsopgaverne imellem. Vi antager derfor, at arbejdsopgaverne er meget ens hvad angår krav til muskelaktivitet. Derudover fandt vi meget høje muskelaktivitetsniveauer i rygmusklerne. Nøjagtige værdier for muskelaktivitet kan findes i Henrik Koblauch's ph.d.-afhandling <sup>(31)</sup>.

For at udvælge de arbejdsopgaver vi ønskede at analysere nærmere, lavede vi simple computermodeller (Watbak) <sup>(32)</sup> af en række arbejdsopgaver. Disse modeller bidrog med information om belastninger og viste, at arbejdet i lastrummet giver signifikant højere kompressions kraft i ryggen end arbejdet i bagagehallen og på rampen uden for fly (på jorden). Denne information blev anvendt til at udvælge og sammenlægge arbejdsopgaver.

De endelige arbejdsopgaver blev analyseret med software programmet AnyBody Modeling System™, <http://www.anybodytech.com/> <sup>(33)</sup>, som, ved hjælp af detaljerede computermodeller, kan estimere belastninger i muskler og led. Vi optog bevægelserne under arbejdsopgaverne i et bevægelseslaboratorium. Disse bevægelser blev brugt til at bevæge computermodellerne, så modellens bevægelser var en nøjagtig kopi af den oprindelige arbejdsopgave. Computermodellerne beregnede kompressionskræfter, forskydningskræfter, ledmomenter og muskelkræfter i alle arbejdsopgaver for tre forskellige kuffertvægte (10 kg, 15 kg og 20 kg). I det følgende vil et udvalg af disse resultater blive præsenteret (tabel 2). Det komplette datasæt er tilgængeligt i Henrik Koblauch's ph.d.-afhandling <sup>(31)</sup>.

Tabel 1. Oversigt over arbejdsopgaver, der blev analyseret

Rampen	Bagagehallen
<b>Udenfor flyet</b>	15. Last containere
1. Last uden bånd	16. Tøm containere
2. Last med bånd	17. Last bagage vogne uden krog
3. Tøm uden bånd	18. Last bagagevogne med krog
4. Tøm med bånd	19. Tøm bagagevogne uden krog
<b>I lastrummet</b>	20. Tøm bagagevogne med krog
<b>Last/tøm med bånd</b>	
5. Stående	
6. Siddende	
7. Knæliggende	
8. Hugsiddende	
9. Foroverbøjet	
<b>Last/tøm med forlænget bånd</b>	
10. Stående	
11. Siddende	
12. Knæliggende	
13. Hugsiddende	
14. Foroverbøjet	

Generelt ser det ud til, at det er mere belastende at løfte tungere kufferter end lettere kufferter. Dette er dog ikke uden undtagelse i vores data. Dette kan dog skyldes, at forsøgspersonen kendte til vægten på kufferten, der skulle løftes i de eksperimentelle forsøg. Dette kan bevirke, at forsøgspersonen kastede mere med den pågældende kuffert, hvis den var let, og at der derfor udvikledes større kræfter.

For den knæliggende arbejdsopgave i lastrummet ser det ud til, at belastningsmålene overordnet er mindre i skulder, knæ og hofter ved anvendelse af hjælpemiddel end uden (tabel 2). Dermed er der generelle positive effekter ved brug af hjælpemidlet (RampSnake eller Power Stow) i disse regioner. For rygbelastningen er det generelle billede, at belastningsmålene stiger lidt ved brug af hjælpemidlet, og vi kan derfor ikke give en entydig anbefaling i dette tilfælde. Generelt er det også sådan, at belastningerne

varierer mere som følge af ændringer i arbejdsstillinger (stående, knæliggende, siddende etc.) end med/uden forlænget bæltebåndsystem (RampSnake eller Power Stow).

Der er tidligere lavet mange forsøg med at belaste ryghvirvler fra afdøde<sup>(34;35)</sup>. Disse forsøg havde til formål, at kortlægge hvilke kræfter hvirvellegemer kunne holde til. Jäger et al. har sammenfattet alle disse studier i en litteraturgennemgang<sup>(36)</sup>. De fandt, en gennemsnitlig brudgrænse på 6180 N og at der var forskel på brudgrænserne for mænd og kvinder samt på brudgrænser afhængig af afdødes alder. De gav anbefalinger på denne baggrund – de såkaldte Dortmund anbefalinger<sup>(36)</sup>. I disse anbefaling må en mand på 30-40 år have 5000 N kompression, hvorimod en jævnaldrende kvinde må have 3800 N i kompression. I tilfældet med den knæliggende løfteposition er der ikke overskredet kompressionsgrænser ifølge Dortmund-anbefalingerne. Den gennemsnitlige brudgrænse på 6180 N er for den knæliggende løfteposition heller ikke overskredet.

Tabel 2. Oversigt over udvalgte resultater fra computermodeller beregnet med AnyBody Modeling System

Arbejdsopgave	Region	Belastningsmål	10 kg	15 kg	20 kg
Knæliggende uden hjælpemiddel	Skulder	Kompression (Peak/median)	1769 N / 1271 N	2844 N / 1372 N	5280 N / 1050 N
	Ryg	Kompression (Peak/median)	3317 N / 2009 N	3821 N / 2701 N	4197 N / 2977 N
	Knæ	Kompression (Peak/median)	2703 N / 1335 N	2635 N / 912 N	2730 N / 1400 N
	Hofte	Kompression (Peak/median)	4973 N / 2861 N	5420 N / 2806 N	4943 N / 3401 N
Knæliggende med hjælpemiddel	Skulder	Kompression (Peak/median)	2116 N / 1411 N	2145 N / 893 N	2900 N / 1856 N
	Ryg	Kompression (Peak/median)	4650 N / 2798 N	4239 N / 2964 N	4283 N / 3383 N
	Knæ	Kompression (Peak/median)	612 N / 209 N	674 N / 354 N	2201 N / 94 N
	Hofte	Kompression (Peak/median)	852 N / 425 N	1372 N / 889 N	5143 N / 700 N
Flyside uden hjælpemiddel	Skulder	Kompression (Peak/median)	3405 N / 1887 N	3471 N / 1463 N	3044 N / 1231 N
	Ryg	Kompression (Peak/median)	3120 N / 2058 N	2740 N / 1908 N	3363 N / 2252 N
	Knæ	Kompression (Peak/median)	1729 N / 615 N	2288 N / 1057 N	3053 N / 2101 N
	Hofte	Kompression (Peak/median)	1804 N / 890 N	2917 N / 1181 N	3423 N / 2173 N
Flyside med hjælpemiddel	Skulder	Kompression (Peak/median)	3452 N / 2226 N	4733 N / 1006 N	2438 N / 759 N
	Ryg	Kompression (Peak/median)	4243 N / 3344 N	3234 N / 2023 N	3410 N / 2031 N
	Knæ	Kompression (Peak/median)	1681 N / 1173 N	1824 N / 1413 N	2157 N / 1518 N
	Hofte	Kompression (Peak/median)	2244 N / 1205 N	2113 N / 1011 N	2288 N / 1462 N

I projektet er der også etableret en hjemmeside (rygsiden.dk). Arbejdet med denne webside pågår fortsat. Hjemmesiden skal generelt informere om rygproblemer. Desuden indeholder den en facilitet, hvor man kan uploade et foto af en løftesituation set fra siden og få beregnet kompressionskræfter i lænderyggen. På lidt længere sigt er det hensigten at kunne analysere dynamiske og asymmetriske løft ved at uploade filer optaget med en såkaldt Kinectbox.

Den statiske beregning af kompressionskraft i lænden foregår ved at man på det uploadede foto med musen markerer nogle bestemte anatomiske punkter: hofteled, skulderled, løftepunkt samt en målestok. Herefter skal der indtastes nogle antropometriske mål som kropsvægt og vægten på den løftede byrde. Herefter kan der beregnes en kompressionskraft i lænderyggen. Denne kraft sættes i relation til eksisterende foreslåede grænseværdier på danske arbejdspladser. Ved at ændre på løftestillingen, typisk ved at rykke byrden tættere på kroppen, kan det beregnes, hvor meget rygbelastningen reduceres. Hjemmesiden forklarer disse beregningsmetoder samt deres begrænsninger og leverer desuden eksempler på langt mere avancerede analysemetoder, som kan behandle asymmetriske løft og dynamiske bevægelser (accelerationer).

Hjemmesiden indeholder anatomiske beskrivelser af ryggen og dens muskulatur, samt beskrivelser af de mest almindelige ryglidelser. Siden vil være fuldt operationsdygtig medio januar 2016.

Perspektiverne for den biomekaniske del af projektet er meget interessante. Først og fremmest er det lykkedes os at konstruere en avanceret computermodel af forskellige løftesituationer, som kan modificeres og bruges til at evaluere løftesituationer i andre erhverv. Om det er stilladsarbejdere, murere eller brolæggere spiller i princippet ingen rolle. Det afhænger blandt andet af, som grebet på det objekt, der skal håndteres, kan eftergøres i computermodellen. Derudover er modellen også afhængig af at modtage data om den bevægelse det skal laves. I dette projekt er disse data optaget i et bevægelseslaboratorium, men dette kan også gøre med nye teknologier, som kan registrere kroppens bevægelser med små accelerometre fastgjort bestemte steder på kroppen (f.eks. [www.xsens.com](http://www.xsens.com)). Dette tillader oven i købet muligheden for at optage bevægelsesdata i felten og dermed opnå meget naturtro bevægelser.

Et andet spændende perspektiv er at AnyBody giver mulighed for at lade computer modellen beregne muligheder for at reducere belastningerne. Det er en tidskrævende affære, men det kan lade sig gøre, at bede computeren om at finde den optimale bevægelse, som aflaster ryggen, skuldrene, knæene eller hofterne mest muligt. Modellen vil dermed give et bud på en optimal løfteteknik ud fra de muligheder omgivelserne tilbyder. Disse "anbefalinger" kunne derefter afprøves i virkeligheden og/eller indgå i de kurser i løfteteknik, som bagageportørerne gennemgår. Såfremt disse "nye" løfte anbefalinger er

implementérbare kunne man forestille sig, at det ville kunne reducere den fysiske arbejdsbelastning og dermed muligvis andelen af muskuloskeletale skader.

## Epidemiologisk studie

Charlotte Brauer, Lau Caspar Thygesen, Ellen Bøtker Pedersen og Sigurd Mikkelsen

### Etablering af studiekohorten

Data til projektet bestod både af register- og spørgeskemaoplysninger. Registeroplysningerne blev anvendt til dannelsen af kohorten, mens spørgeskemaoplysningerne blev brugt til at få mere detaljerede oplysninger om arbejdsstillinger, arbejdssteder, brug af hjælpemidler og oplysninger om livsstilsfaktorer. Spørgeskemaundersøgelsen beskrives i særskilt afsnit i rapporten.

Den register-baserede kohorte bestod af ufaglærte mænd ansat i Københavns Lufthavn og ufaglærte mænd ansat i det storkøbenhavnske område. Kun mænd blev inkluderet, fordi få kvinder arbejder som bagageportører. Både tidligere og nuværende ansatte blev inkluderet.

Registeroplysninger fra virksomheder i Københavns Lufthavn omfattede ansatte i SAS Ground Service (SAS) og Novia samt Københavns Lufthavn (CPH). Fra SAS og Novia blev ufaglærte arbejdere ansat i afdelinger med bagagehåndtering inkluderet. Registerne havde desuden oplysninger om forskellige arbejdsfunktioner, så man kunne identificere perioder med arbejde som bagageportør. Oplysninger fra SAS var til rådighed fra 1995, Novia fra 1990 og CPH fra 1990. Oplysninger fra 3F medlemskartotek og Vagt- og Sikkerhedsfunktionærernes Fagforening (VSL) blev inkluderet. 3F-Kastrup organiserer ufaglærte mænd (inklusiv bagageportører) i Københavns Lufthavn og området omkring lufthavnen. Bagageportører var registreret med en særlig kode. Medlemmer af to andre 3F-fagforeninger fra det storkøbenhavnske område (3F-Mølleåen og 3F-København) blev inkluderet som referencepersoner (kontrolgruppe). Medlemsoplysninger fra 3F var til rådighed fra 1983 og oplysninger fra VSL var til rådighed fra 1979.

Tabel 3 viser hvor mange personer, der kom fra hver datakilde.

**Tabel 3: Antal personer fra hver datakilde**

Datakilde	Antal personer
SAS	2.578
Novia	1.731
CPH	1.464
VSL	2.989
3F-Kastrup	18.022
3F-Mølleåen og 3F-København	53.785

Alle filer blev gennemgået for konsistens i datoerne, dvs. at datoerne følger efter hinanden i ansættelses- og i medlemshistorierne, og dermed også for overlap mellem ansættelsessted/forhold i perioderne. For hver ansættelses- eller medlemsperiode blev der kodet hvilken funktion personen havde. Se Appendix 1 for komplet liste over funktioner.

Funktioner blev defineret ved at bruge omkostningssteder, lokalkoder og klubnumre fra filerne for at placere hver ansættelsesperiode i en meningsfuld gruppe. Arbejdet foregik i tæt dialog med parterne i projektet. Perioder, der fulgte hinanden og som havde samme funktion, blev sat sammen til en periode og perioder, der overlappede blev rettet til. Hver ansættelsesperiode endte altså med at have en start- og slutdato og én funktion.

Efter oprensning af hver fil blev filerne kombineret, så ansættelses- og medlemsperioder fulgte efter hinanden. Dette blev gjort i etaper, således at SAS og Novia filerne blev samlet og ordnet i en fil og VSL og CPH blev samlet og ordnet i en anden fil. Disse to ordnede filer blev samlet i én fil med 15.110 ansættelsesperioder. De tre 3F-filer blev samlet og ordnet særskilt (53.903 medlemsperioder) og endelig blev de to filer samlet og ordnet. I den sidste samling blev arbejdsgiveroplysninger anset som mere valide mht. datoer end 3F data, da de henførte til lønudbetalinger.

Det endelige datasæt bestod af 119.101 ansættelsesperioder for 71.438 personer.

Kvaliteten af registeroplysningerne blev vurderet ud fra hvor stort overlappet var mellem de forskellige kilder i forhold registrering af bagageportører. Oplysninger fra 3F, Novia/SAS og spørgeskema data blev sammenlignet. Dette viste, at 89 % af 3F-medlemmer registreret som bagageportører også angav at være bagageportør i spørgeskemaundersøgelsen. Blandt personer, der var ansat som bagageportør i SAS eller Novia-filerne, angav 92 % i spørgeskemaet at de var bagageportører. I alt 87 % af 3F-bagageportørerne var også registreret som bagageportører i SAS-Novia kartotekerne. Disse undersøgelser støttede altså generelt god overensstemmelse mellem filerne.

## Eksklusioner

Filen med alle ansættelsesperioderne blev efterfølgende koblet med register-oplysninger hos Statens Serum Institut og Danmarks Statistik. Analyseperioden blev defineret til at slutte 2012 og slutdatoen for sidste ansættelsesperiode blev sat til 31/12-2012 for de personer, der stadig var ansat.

### *a) Ugyldige ansættelsesperioder*

Følgende ansættelsesperioder blev herefter ekskluderet:

- Ansættelsesperioder med administrative funktioner (funktionskoder 9, 9.1, 9.2 og 99) samt perioder med orlov (orlov/wastebasket) (336 perioder)
- Perioder der startede efter 31/12-2012 (14 perioder)
- Perioder hvor starttidspunktet var større end sluttidspunktet (195 perioder)
- Personer med ugyldigt cpr-nummer (533 perioder på 224 personer)

Efter disse eksklusioner var filen på 118.023 perioder hos 70.895 personer.

For hver person dannede vi en linje per år fra første ansættelsesår frem til 2012. For hvert år beregnede vi den kumulerede ansættelsehistorie for hver funktion frem til det specifikke år.

For hvert år blev den ansættelsesperiode valgt, der havde det største overlap, dvs. en person, der var ansat 8 måneder i én funktion efterfulgt af 4 måneder i en anden funktion fik for det givne år den funktion med de 8 måneder. For hvert år blev overlappet beregnet (værdi 0 til 1).

Det blev besluttet at ansættelsesperioder før personen var fyldt 15 år ikke var relevante, hvilket medførte at 6 personer blev ekskluderet.

For hvert år blev den kumulerede ansættelsehistorie optalt, dvs. summen af tidligere års ansættelse i en given funktion. Dvs. en person, der havde været 100% ansat i funktion 1.11 fra 1993-1999 ville i 1995 have kumuleret funktion på 3 og i 1998 på 6. Dette blev beregnet for alle funktioner. For år efter ansættelsesstop blev den kumulerede ansættelsehistorie gentaget år for år frem til 2012.

#### *b) Døde*

Oplysninger om dødstidspunkt blev indhentet og alle år efter dødsdatoen blev slettet. En person blev ikke genfundet i CPR-registeret (ekskluderet). Derudover blev 23 personer ekskluderet, der kun havde ansættelser efter de var døde. For de fleste af ansættelserne var det blot få procent året efter dødsfald i december året før. Datasættet var nu på 1.326.175 linjer for 70.865 personer. For 120.538 person-år, hvor personen var død før ansættelsesperioden, var der funktionsbeskrivelse for 23.203 af årene – der var altså perioder med funktioner efter at de var døde. Langt hovedparten havde funktion 25, 25.1 og 25.23 (98,8 %), dvs. uspecifikke koder. Ingen af årene kom fra SAS og kun 17 perioder fra Novia, VSL og CPH tilsammen. Resten kom fra 3F-filerne, hvilket støttede at sluttidspunktet i 3F-filerne ikke altid var korrekt.

Personer, der døde før 1/1-1990 blev ekskluderet, da risikotiden startede på dette tidspunkt (n=1158).

Datasættet var på 1.307.277 observationer for 69.712 personer.



### *c) Udvandring/indvandring*

Angående vandringer, så var der for 53.302 personer (76%) ingen emigration eller immigrationer siden 1968. Der var 922 personer (1,3%), der ikke var i landet ved første ansættelse eller 1. januar 1990, hvor risikotiden startede. Ud af disse immigrerede 410 personer efter risikotidens start, dvs. 512 personer (0,7%) ikke var i landet, da tiden startede og heller ikke immigrerede derefter. Disse udgik af analyserne.

For de resterende personer (n=69.200, 1.298.554 observationer) blev antal år de var i Danmark optalt ved at benytte oplysninger om alle immigrationer og emigrationer gennem opfølgning. Ud af den samlede risikotid udgjorde 98% af tiden perioder, hvor personer var i Danmark.

### *d) Baggrundsoplysninger*

Oplysning om fødested blev tilføjet til datasættet. Oprindelsesland viste at ca. 84% af personerne var født i Danmark og det største mindretal var tyrkere (ca. 3%).

Oplysning om højest fuldførte uddannelse<sup>(37)</sup> blev fundet for samme år som første ansættelsesår. For personer med ansættelsesstart før 1990 blev uddannelsen fundet for 1990. Der er manglende oplysninger for 6808 personer, der blev omkodet til folkeskole-niveau.

Ægteskabelig status blev opgjort hvert år den 1. januar.

Oplysninger om førtidspension, efterløn/overgangsydelse, alderspension og tjenestemandspension blev indhentet fra Sammenhængende socialstatistik (1990-2007), Personer uden ordinær beskæftigelse (2007-2009), Offentlig forsørgelse (2010-2012) og Sociale pensioner (1994-2012)<sup>(38)</sup>. Vi antog at disse tilstande var irreversible, dvs. hvis man først havde modtaget en af ydelserne, så kunne man ikke igen træde ind på arbejdsmarkedet. På baggrund af oplysningerne definerede vi hvornår de enkelte personer var gået på pension.

Oplysninger fra ansættelsesfilen blev sammenholdt med pensionsoplysningerne, og ansættelsesperioder i årene efter man er pensioneret blev fjernet. De kumulerede ansættelsesperioder blev omkodet, så ansættelser efter pensionering ikke blev talt med.

Endelig blev 25 personer slettet, der aldrig nåede at fylde 15 år under deres ansættelse.

Det endelige analysedatasæt bestod derfor af 1.107.697 ansættelsesperioder på 69.175 personer. Heraf havde 3473 personer været ansat som bagageportør i CPH, mens 65.702 personer ikke havde.

## Udfald

Ved kobling til Landspatientregistret <sup>(39)</sup> har vi for de personer, der indgår i kohorten, fået informationer om indlæggelser og operationer for lidelser i skuldre, lænderyg, hofter og knæ og hvornår indlæggelserne fandt sted. For indlæggelser har vi medtaget hoveddiagnoser (aktionsdiagnoser), og i analyserne har vi medtaget førstegangs indlæggelser eller operationer. Vi har analyseret sammenhængen mellem bagageportørarbejde og lænderyglidelser, delt op på 1) diskusprolaps og 2) lumbago og degenerative lidelser i lænderyggen, subakromial skulderlidelse (tidligere kaldet rotator cuff syndrom), slidgigt uden kendt årsag i hofter og knæ, og menisklidelser i knæ. For slidgigt i hofter var der ikke et tilstrækkeligt antal indlæggelser til at analysere sammenhængen med arbejde som bagageportør. De specifikke diagnose- og operationskoder for de enkelte udfald er vist i Appendiks 2

## Eksponering

Den primære eksponering i analyserne er den kumulerede ansættelsestid som bagageportør. Variablen er som oven for nævnt kumuleret over den observerede periode (en tidsafhængig kovariat), dvs. man for hvert år analyserer effekten af den kumulerede eksponering indtil det tidspunkt, hvor risikoen for sygdom ophører (hvis man får sygdomme, dør, emigrerer eller ved undersøgelsen slutdato (31. december 2012)).

Derudover blev også den kumulerede ansættelse på rampen (med arbejde ved siden af og inde i flyene) og i bagagehallen analyseret som kumulerede eksponeringer. Bagagebånd, der kan nå ind i bunden af lastrummet (RampSnake / Power Stow) blev gradvist introduceret i lufthavnen mellem 2002 og 2005 og løftekroge blev introduceret i bagagehallen i 1998. Vi valgte 2004 som skæringspunkt. Kumuleret ansættelse på rampen blev analyseret før og efter introduktionen af de nævnte forlængede bagagebånd (2004) og den kumulerede ansættelse i bagagehallen blev analyseret før og efter 1998 for at vurdere effekten af disse tekniske hjælpemidler.

## Konfoundere

Konfoundere er faktorer, der kan påvirke både eksponering og udfald og derved skævvride resultaterne. Konfoundere i analyserne blev udvalgt på baggrund af en særlig analysemetode (directed acyclic graphs (DAG) <sup>(40)</sup>).

For alle udfaldene blev inkluderet følgende variable:

- Alder
- Kalenderår
- Uddannelsesniveau
- Brug af tekniske hjælpemidler

Derudover var der for de enkelte udfald nogle få yderligere konfoundere (se resultatafsnittet).

## Analyser

Hver person blev fulgt fra ansættelsesstart, 1. januar 1990 eller immigration efter ansættelse (hvad der kom sidst) til første sygdomsdiagnose, emigration, død eller afslutning af opfølgning (31. december 2012) (hvad der kom først).

Kumuleret ansættelse som bagageportør blev inkluderet i fire modeller:

1. Bagageportører sammenlignet med referencepopulationen (binær variabel).
2. Bagageportørers kumulerede ansættelsestid inkluderet i kategorier (reference gruppe, 0.1-2.9 år, 3.0-9.9 år, 10.0-19.9 år, og  $\geq 20$  år).
3. Bagageportørers kumulerede ansættelsestid som en kontinuert variabel og inkluderet en binær variabel kodet 1 for referencegruppen og 0 for bagageportørerne. Denne variabel justerer for en eventuel forskel mellem referencegruppe og bagageportører og den kontinuerte effekt af kumuleret ansættelse henfører derfor kun til bagageportørernes ansættelse.
4. Bagageportørers kumulerede ansættelsestid som en kubisk spline for at vurdere afvigelser fra en lineær sammenhæng. Til dette blev PSPLINET SAS makroen brugt. Vi justerede for den samme binære gruppe variabel.

Både en ujusteret og fuldt justeret model blev gennemført.

Vi undersøgte desuden sammenhængen mellem kumuleret ansættelse opdelt på:

- Rampen (ved og inde i flyene) og bagagehallen
- SAS og Novia
- Før og efter introduktion af tekniske hjælpemidler (i bagagehallen 1998 (løftekrog) og på rampen 2004 (forlænget bagagebånd))

## Resultater

### Lænderygssygdomme

Vi delte lænderygssygdomme op i to grupper: 1) diskusprolaps i lænden og 2) lumbago og degenerative lidelser i lænderyggen. Sidstnævnte gruppe bestod overvejende af diagnosen lumbago/lændesmerter (81%), men slidgigtforandringer som diskusdegeneration, spinalstenose og spondylose samt facetedssyndrom indgik også (for detaljer se Appendiks 2). Vi lavede separate analyser for disse to grupper.

Vi analyserede sammenhænge mellem det samlede antal år som bagageportør og antal af nye tilfælde af disse sygdomsudfald (incidens). Dvs. at det kun var første gang en person kom på hospitalet (indlagt eller ambulat) for disse diagnoser eller operationer, der talte med. Vi brugte en Poisson-model. I den endelige model justerede vi for andre faktorer, der kunne påvirke resultatet (konfoundere). I analyserne vedr. lænderygssygdomme justerede vi for alder, uddannelsesniveau, kalenderår og brug af tekniske hjælpemidler.

I analyserne indgik 3473 mandlige bagageportører og 65.702 mænd fra kontrolgruppen.

Bagageportørerne havde ikke en større risiko for at udvikle diskusprolaps i lænden end kontrolgruppen, og der var heller ikke nogen sammenhæng med den kumulerede tid som bagageportør.

Bagageportørerne havde derimod en større risiko for at få lumbago og degenerative lidelser i lænderyggen end kontrolgruppen. Resultatet var statistisk signifikant ( $p < 0.0001$ ).

Der fandtes desuden en dosis-respons sammenhæng: Jo længere tid bagageportørerne havde været ansat, desto større var deres risiko for at udvikle lumbago og degenerative lidelser i lænderyggen. Bagageportører med 20 års anciennitet eller mere havde en næsten dobbelt så stor risiko for at få disse lænderygssygdomme end bagageportører, der kun havde været ansat i kort tid (under 3 år). Resultaterne ændredes ikke, når der blev justeret for konfoundere.

Både bagageportører, der arbejdede ude på rampen med lastning og losning af fly og bagageportører, der arbejdede inde i bagagehallen havde en øget risiko for lumbago og degenerative lidelser i lænderyggen i forhold til kontrolgruppen. Der fandtes imidlertid kun en dosis-respons sammenhæng for bagageportørerne på rampen og ikke for bagageportørerne, der arbejdede inde i bagagehallen.

Tabel 4 viser incidensrate (IR) og incidensrate-ratio (IRR) med 95% sikkerhedsgrænser (95% CI) i en ujusteret og en justeret model for hhv. diskusprolaps i lænden og lumbago og degenerative lidelser i lænderyggen i forhold til kumuleret antal års ansættelse som bagageportør. Bagageportører, der har arbejdet som dette i under 3 år, er referencegruppe.

Tabel 4. Sammenhængen mellem arbejde som bagageportør og lænderyglidelser

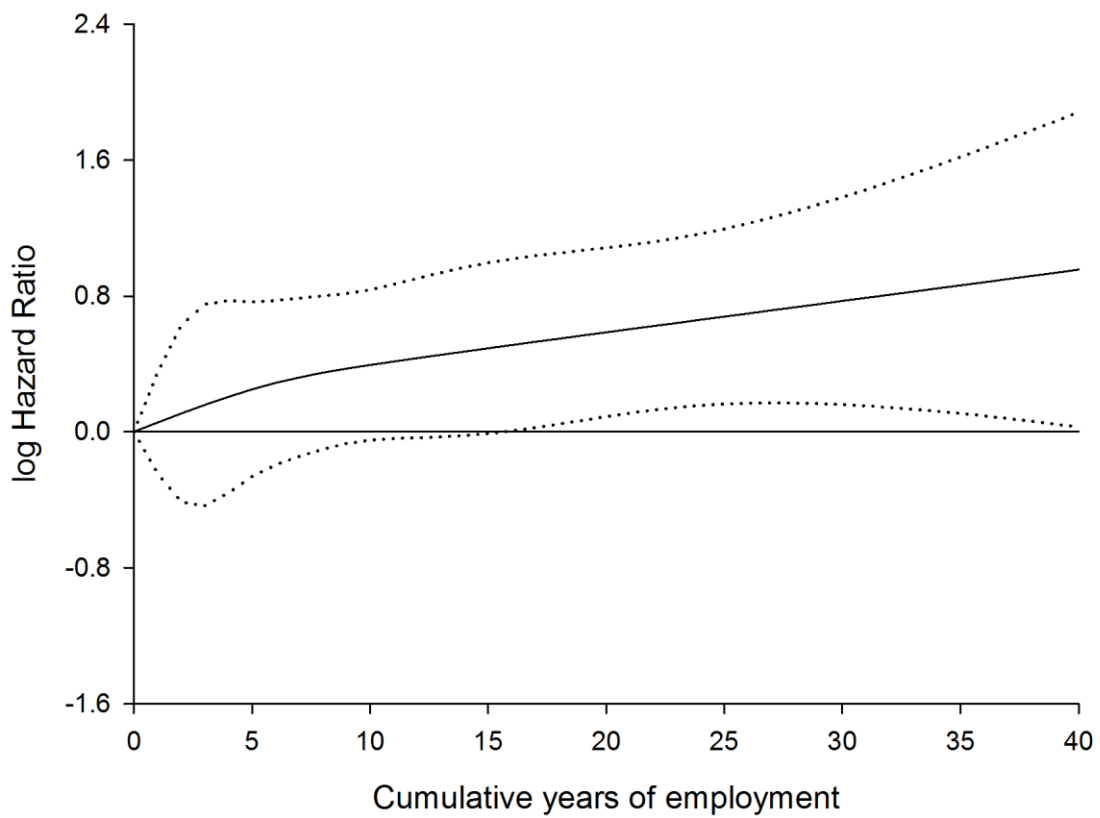
	Observeret antal cases	Person-år	IR	Ujusteret model	Justeret model <sup>1</sup>
				IRR (95% CI)	IRR (95% CI)
<b>Diskusprolaps i lænden</b>					
Ikke-bagageportør	2126	973527.8	218.4	1.01 (0.72-1.41)	1.3 (0.84-2.02)
0.1-2.9 år	35	16201.9	216	1.00 (ref)	1.00 (ref)
3.0-9.9 år	41	16143.5	254	1.18 (0.75-1.85)	1.07 (0.68-1.69)
10.0-19.9 år	31	10569.2	293.3	1.36 (0.84-2.2)	1.15 (0.71-1.86)
20.0+ år	11	4313.8	255	1.18 (0.6-2.32)	1.05 (0.53-2.09)
p-værdi				0.4785	0.7961
<b>Lumbago og degenerative lidelser i lænderyggen</b>					
Ikke-bagageportør	3531	937271.6	376.7	0.80 (0.64-1.01)	0.82 (0.62-1.08)
0.1-2.9 år	73	15596.1	468.1	1.00 (ref)	1.00 (ref)
3.0-9.9 år	97	15365.8	631.3	1.35 (1.00-1.83)	1.31 (0.97-1.78)
10.0-19.9 år	69	9725.5	709.5	1.52 (1.09-2.11)	1.39 (1.00-1.93)
20.0+ år	39	3828.5	1018.7	2.18 (1.48-3.21)	1.92 (1.29-2.86)
p-værdi				<.0001	<.0001

<sup>1</sup> Justeret for alder, uddannelsesniveau, kalenderår og brug af tekniske hjælpemidler.

Tabellen viser, at risikoen for lumbago og degenerative lidelser i lænderyggen stiger med ancienniteten og efter 20 år er den næsten fordoblet (IRR=1.92 i den justerede analyse) i forhold til bagageportører med kort anciennitet (0.1-2.9 år). For diskusprolaps i lænden er der ikke forøget forekomst for bagageportører med lang anciennitet i forhold til bagageportører med kort anciennitet.

Figur 1 viser sammenhængen mellem det kumulerede antal år som bagageportør og risikoen for lumbago og degenerative lidelser i lænderyggen beregnet med en blød kurve (restricted cubic spline). Modellen er justeret for de samme variable som ovenfor (alder, uddannelsesniveau, kalenderår, brug af tekniske hjælpemidler og bagageportør eller ej). Der ses en jævn stigning i risiko jo flere år, man har arbejdet som bagageportør.

Figur 1. Sammenhængen mellem kumuleret antal år som bagageportør og lumbago og degenerative lidelser i lænderyggen



## Skulderlidelser

I vores undersøgelse har vi afgrænset skulderlidelser til indlæggelse med hoveddiagnosen ”subakromialt syndrom” og skulderoperationer (for detaljer, se Appendiks 2). Subakromial skulderlidelse blev tidligere ofte kaldt rotator cuff syndrom eller skuldertendinitis. Det er en betændelsestilstand i sener, slimsække og bløddede omkring skulderleddet, og medfører smerter og funktionsindskrænkelse ved brug af skulderen.

I analyserne for skulderlidelser er der justeret for alder, uddannelsesniveau, kalenderår, brug af tekniske hjælpemidler og skulderskader før ansættelse.

Analyserne inkluderede 3396 mandlige bagageportører og 63.909 mænd fra kontrolgruppen. De ujusterede analyser viste, at bagageportører havde statistisk signifikant større risiko for at udvikle skulderlidelser end kontrolgruppen ( $p=0.0006$ ). Der kunne desuden påvises en forøget risiko for udfald i de første år efter ansættelse, hvorefter risikoen holdt op med at stige og fastholdt dette niveau ved længere ansættelse (se figur 2). I de justerede analyser viste det sig, at alder var en stærk konfounder, og at bagageportørernes øgede risiko opstod i en tidligere alder end i referencegruppen. For tidligere bagageportører faldt risikoen for subakromial skulderlidelse jo længere tid der gik efter de var holdt op som bagageportører.

Tabel 5 viser incidensrate (IR) og incidensrate-ratio (IRR) med 95% sikkerhedsgrænser (95% CI) i en ujusteret og en justeret model for subakromial skulderlidelse i forhold til kumuleret antal års ansættelse som bagageportør. Bagageportører med under 3 års ansættelse er referencegruppe.

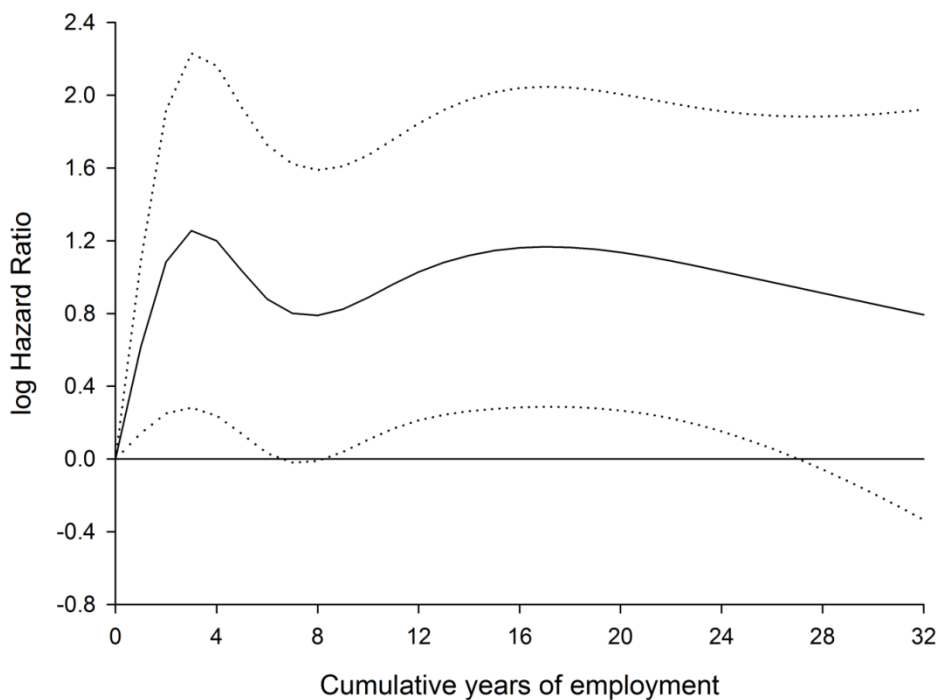
Tabel 5. Sammenhængen mellem arbejde som bagageportør og subakromial skulderlidelse

	Observeret antal cases	Person-år	IR	Ujusteret model IRR (95% CI)	Justeret model <sup>1</sup> IRR (95% CI)
<b>Subakromial skulderlidelse</b>					
Ikke-bagageportør	1739	847951.5	205.1	1.09 (0.75-1.58)	0.89 (0.55-1.43)
0.1-2.9 år	28	14818.2	189.0	1.00 (ref)	1.00 (ref)
3.0-9.9 år	40	13968.7	286.4	1.52 (0.93-2.46)	1.33 (0.82-2.16)
10.0-19.9 år	37	9472.6	390.6	2.07 (1.27-3.38)	1.55 (0.95-2.55)
20.0+ år	15	4115.7	364.5	1.93 (1.03-3.61)	1.21 (0.64-2.29)
p-værdi				0.0004	0.17

<sup>1</sup> Justeret for alder, uddannelsesniveau, kalenderår, brug af tekniske hjælpemidler og skulderskade før ansættelse.

Figur 2 viser sammenhængen mellem det kumulerede antal år som bagageportør og risikoen for subakromial skulderlidelse beregnet med en blød kurve (restricted cubic spline). Modellen er justeret for alder, uddannelsesniveau, kalenderår, brug af tekniske hjælpemidler, skulderskade før ansættelse og bagageportør eller ej. Figuren viser at risikoen for skulderlidelser stiger de første år efter ansættelse og forbliver forøget for længere ansættelsesperioder. Den forøgede risiko er signifikant forøget i forhold til referencegruppen.

Figur 2. Sammenhængen mellem kumuleret antal år som bagageportør og subakromial skulderlidelse





## Slidgigt i knæ

For de ujusterede analyser fandt vi en øget risiko for at udvikle slidgigt i knæene blandt bagageportørerne, og risikoen steg med stigende kumuleret tid som bagageportør. For de justerede analyser fandtes samme mønster, men sammenhængene var nu ikke længere signifikante (se tabel 6) Det skyldes primært en stærk effekt af alder, der samtidig er stærkt korreleret med kumuleret tid som bagageportør. Forskellen mellem effekten af kumuleret tid som bagageportør, med og uden justering for alder fremgår af figur 3 og 4. En supplerende analyse viste, at risikoen for at få slidgigt i knæene pr. 10 års aldersstigning var 2,04 hos bagageportørerne og 1,57 i kontrolgruppen og den forskel var signifikant. Denne analyse tyder på, at bagageportører udvikler slidgigt i knæene i en tidligere alder end referencegruppen. Andre analyser støttede også, at justering for alder formentlig er en overjustering og dermed, at kumuleret eksponering som bagageportør har en selvstændig effekt på slidgigt i knæene. Den beskrevne sammenhæng mellem kumuleret tid som bagageportør og slidgigt i knæene fandtes kun ved arbejde på rampen, og mest udtalt før 2004, men tallene er små og forskellene er ikke statistisk signifikante.

Tabel 6 viser incidensrate (IR) og incidensrate-ratio (IRR) med 95% sikkerhedsgrænser (95% CI) i en ujusteret og en justeret model for slidgigt i knæene i forhold til kumuleret antal års ansættelse som bagageportør. Bagageportører, der har arbejdet som dette i under 3 år, er referencegruppe.

Tabel 6. Sammenhængen mellem arbejde som bagageportør og slidgigt i knæene

	Observeret antal cases	Person-år	IR	Ujusteret model	Justeret model <sup>1</sup>
				IRR (95% CI)	IRR (95% CI)
Ikke-bagageportør	1792	987695.1	181.4	2.71 (1.50-4.90)	1.71 (0.83-3.54)
0.1-2.9 år	11	16416.8	67.0	1.00 (ref)	1.00 (ref)
3.0-9.9 år	19	16435.4	115.6	1.73 (0.82-3.63)	1.43 (0.68-3.01)
10.0-19.9 år	23	10737.6	214.2	3.20 (1.56-6.56)	1.87 (0.91-3.85)
20.0+ år	17	4357.4	390.1	5.82 (2.73-12.43)	2.18 (1.01-4.70)
p-værdi				<.0001	0.11 <sup>2</sup>

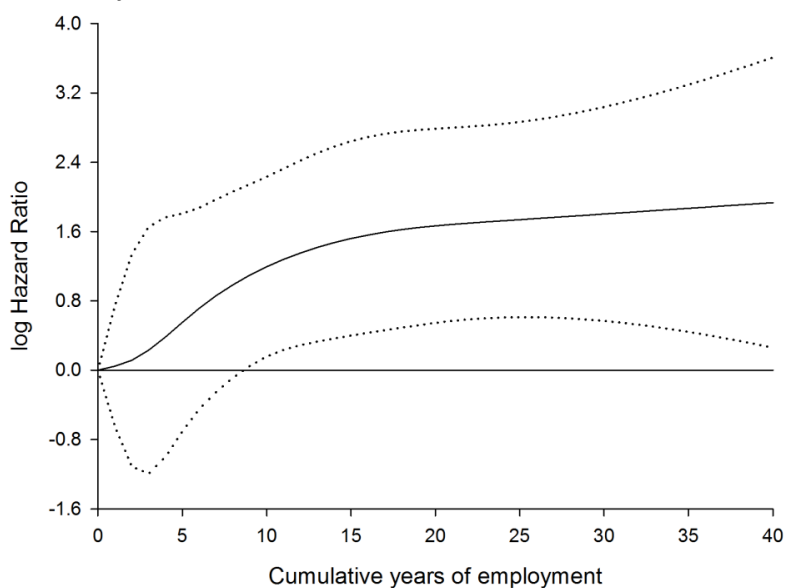
<sup>1</sup> Justeret for alder, uddannelsesniveaue, kalenderår, brug af tekniske hjælpemidler og knæskade før ansættelse.

<sup>2</sup> Forskel mellem de fire grupper af bagageportører.

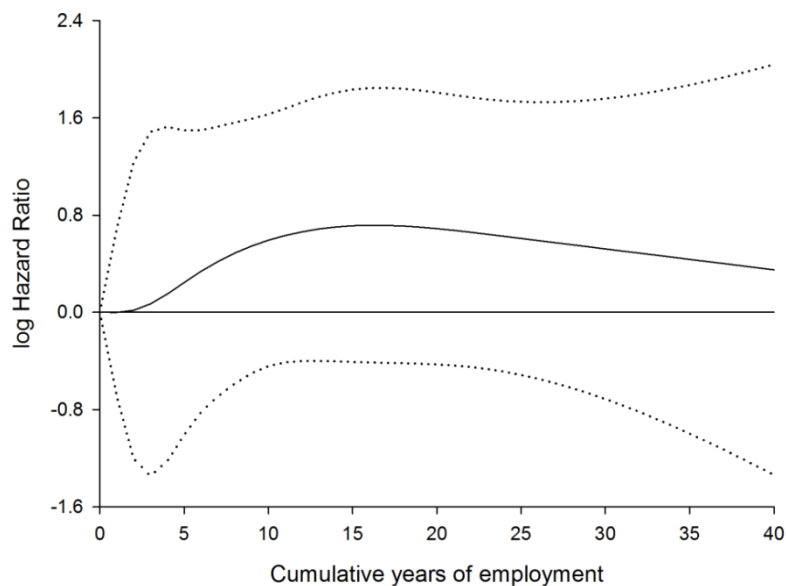
Figur 3 og 4 viser sammenhængen mellem det kumulerede antal år som bagageportør og risikoen for slidgigt i knæene beregnet med en blød kurve (restricted cubic spline). I figur 3 er der ikke justeret for alder, det er der i figur 4. Begge kurver er justeret for uddannelsesniveau, kalenderår, brug af tekniske hjælpemidler, knæskade før ansættelse og bagageportør eller ej.

Figureerne viser at risikoen for slidgigt i knæene stiger med tiltagende antal år som bagageportør, når der ikke er justeret for alder. Der er samme tendens, når der justeres for alder, men sammenhængen er ikke længere statistisk sikker.

Figur 3. Sammenhængen mellem kumuleret antal år som bagageportør og slidgigt i knæene. Model hvor der ikke er justeret for alder.



Figur 4. Sammenhængen mellem kumuleret antal år som bagageportør og slidgigt i knæene. Model justeret for alder.



## Menisk-lidelser i knæ

Bagageportører havde en højere risiko for menisk-lidelser end kontrolgruppen. Inden for bagageportørgruppen var risikoen ca. 1.4 gange højere for bagageportører med 3-20 års anciennitet som bagageportører sammenlignet med bagageportører med under 3 års anciennitet, og bagageportører med over 20 års anciennitet havde samme risiko som bagageportører med under 3 års anciennitet (se tabel 7).

Tabel 7 viser incidensrate (IR) og incidensrate-ratio (IRR) med 95% konfidensinterval (95% CI) i en ujusteret og en justeret model for menisk-lidelser i forhold til kumuleret antal års ansættelse som bagageportør. Bagageportører, der har arbejdet som dette i under 3 år, er referencegruppe.

Tabel 7. Sammenhængen mellem arbejde som bagageportør og menisk-lidelser i knæ

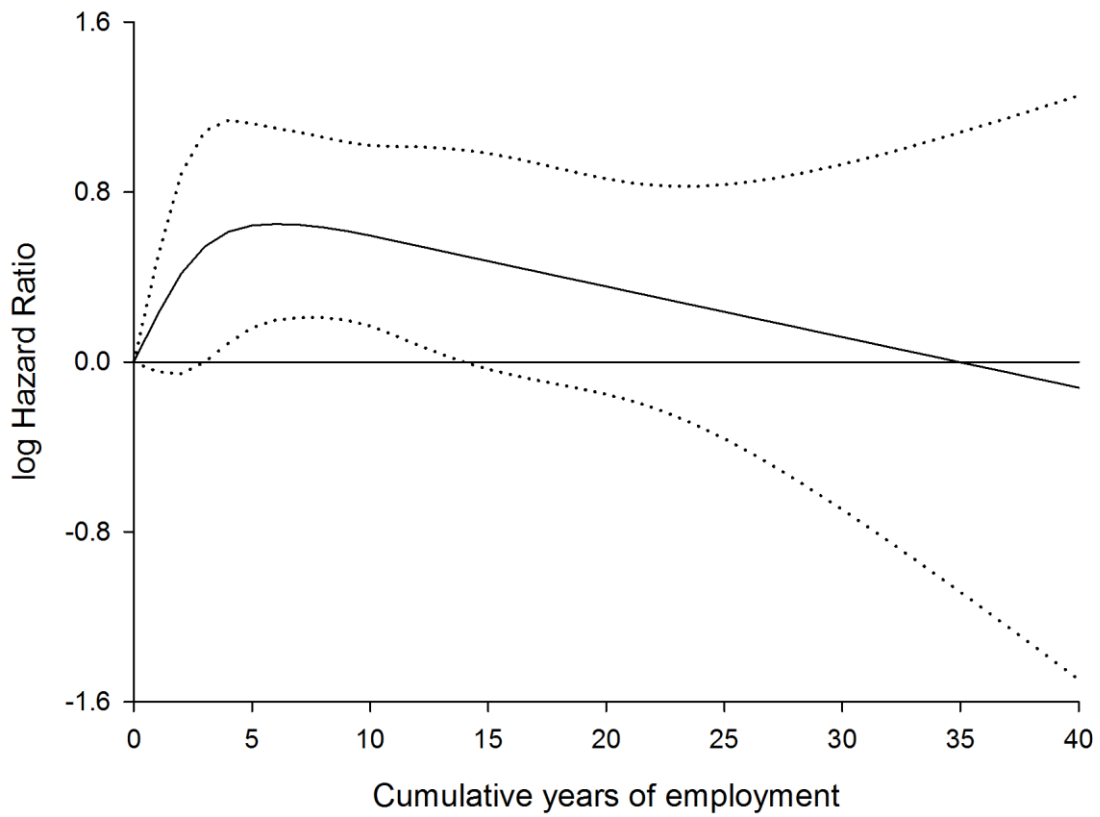
	Observeret antal cases	Person-år	IR	Ujusteret model	Justeret model <sup>1</sup>
				IRR (95% CI)	IRR (95% CI)
<b>Menisk-lidelser</b>					
Ikke-bagageportør	3243	949529.6	341.5	0.61 (0.49-0.76)	0.79 (0.60-1.04)
0.1-2.9 år	86	15370.9	559.5	1.00 (ref)	1.00 (ref)
3.0-9.9 år	107	15242.3	702.0	1.25 (0.94-1.67)	1.38 (1.04-1.83)
10.0-19.9 år	66	9882.4	667.9	1.19 (0.87-1.65)	1.40 (1.01-1.94)
20.0+ år	18	4086.9	440.4	0.79 (0.47-1.31)	1.02 (0.61-1.71)
p-værdi				<.0001	0.0003

<sup>1</sup> Justeret for alder, uddannelsesniveau, kalenderår, brug af tekniske hjælpemidler og knæskade før ansættelse.

En finere analyse (restricted cubic spline) af sammenhængen mellem risikoen for menisk-lidelser i forhold til anciennitet er vist i figur 5. Kurven er justeret for alder, uddannelsesniveau, kalenderår, brug af tekniske hjælpemidler, knæskade før ansættelse og bagageportør eller ej.

Figur 5 viser, at risikoen stiger de første ca. 5 år som bagageportør og derefter aftager langsomt. Den forøgede risiko er signifikant forøget i forhold til referencegruppen. Risikoen stiger ca. 1.9 gange (95% sikkerhedsgrænser 1.3 til 2.8) de første 5 år, og den øgede risiko aftager herefter så den når udgangspunktet efter ca. 30 år. Dette mønster fandtes kun ved arbejde med lastning og losning af fly på rampen, ikke ved arbejde i bagagehallen. Resultaterne tyder på, at menisklidelser kan forårsages af arbejde i flyenes lastrum, hvor man ofte flytter bagagen i knæliggende stilling, mens arbejde med løft af kufferter i stående stilling ikke ser ud til at medføre en øget risiko.

Figur 5. Sammenhængen mellem kumuleret antal år som bagageportør og menisk-lidelser



## Spørgeskemaundersøgelsen

I april 2012 gennemførtes en spørgeskemaundersøgelse af nuværende og tidligere bagageportører i Københavns Lufthavne (i alt 3092 personer) og et tilfældigt udtræk af kontrolgruppen (i alt 2478 personer). De besvarede et spørgeskema, enten uddelt i lufthavnen, eller tilsendt på hjemadressen. Besvareelsesprocenten var ca. 70 % i begge grupper.

I spørgeskemaet blev der stillet en række spørgsmål om arbejdet som bagageportør (startår, slutår, arbejdsområder (hal, rampe, oppe i flyene) og sædvanlige arbejdsstillinger ved arbejde oppe i flyene). Der blev endvidere stillet spørgsmål om vægt, højde og livsstil (tobak, alkohol, fysisk aktivitet), om helbredet generelt, og om smerter i forskellige kropsregioner (nakken og øverste del af ryggen, lænderyggen, skuldre, albuer, håndled, hofter, knæ og fodled). Spørgsmålet om smerter var formuleret så man skulle svare på, hvor meget man havde været generet af smerter i de sidste 12 måneder, og man kunne afkrydse som "slet ikke", "lidt/noget", "meget" og "særdeles meget". De to første og de to sidste kategorier blev slået sammen i en analyse af, hvor smerter hang sammen med anciennitet som bagageportør. Anciennitet blev udregnet som forskellen mellem startår og slutår, og justeret alder, vægt og højde, rygning og fysisk aktivitet i fritiden.

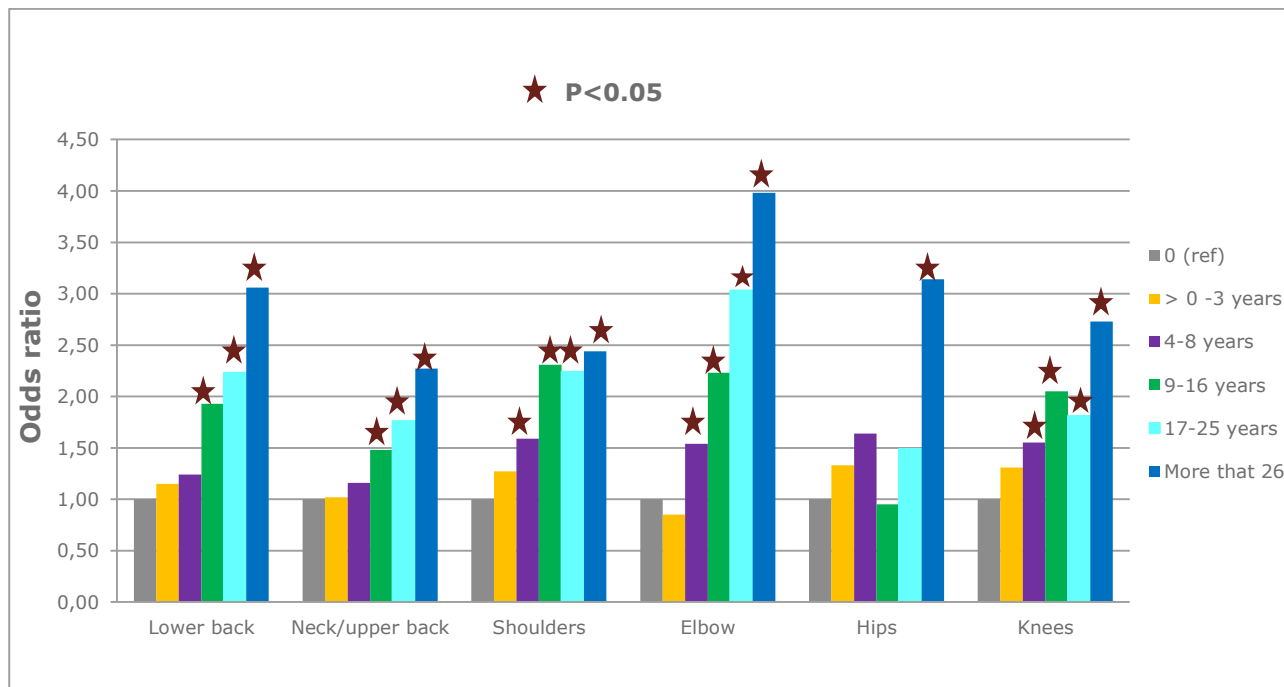
I bagageportørgruppen svarede 352, at de aldrig havde arbejdet som bagageportører. Der har altså været en vis usikkerhed i vores registerbaserede oplysninger om ansættelse som bagageportør. Vi har overført de pågældende til kontrolgruppen.

Bagageportør-gruppen, der har besvaret spørgeskemaet, består herefter af 1827 personer, og kontrolgruppen af 2062 personer.

Resultaterne viste, at bagageportørgruppen havde flere smerter end kontrolgruppen i de forskellige kropsdele undtagen fodled. Risikoen for smerter var ca. 50-80 % højere end i kontrolgruppen. Denne overrisiko skyldtes overvejende anciennitet som bagageportør, idet der var nogenlunde samme hyppighed af smerter i de forskellige regioner for referencegruppen og for bagageportører med den laveste anciennitet. Risikoen for smerter steg med ca. 30-50 % for hvert 10-års stigende anciennitet og den forøgede risiko gjorde sig gældende allerede fra kort efter ansættelsen (se figur 6). Denne sammenhæng var statistisk sikker, også efter at der var taget højde for alder, vægt og højde, rygning og fysisk aktivitet i fritiden. Der fandtes samme resultater for nuværende bagageportører og forhenværende bagageportører.

Smerter i hofteregionen var en undtagelse, idet risikoen for hoftesmerter først steg signifikant efter ca. 25 år som bagageportør.

Figur 6. Odds ratio for smerte i forhold til anciennitet som bagageportør



Samlet set peger resultaterne af således på at vedvarende belastning over år øger risikoen for smerter i nakke/øvre ryg, lænderyg, skuldre, albuer, håndled og knæ, og denne sammenhæng tyder på, at det er mere eller mindre kroniske smerter. Imidlertid hang anciennitet som bagageportør også sammen med flere klager over dårligt generelt helbred, og det kunne ikke kun forklares ved øget hyppighed af smerter i bevægeapparatet. Når vi justerede for generelle helbredsklager blev sammenhængen mellem anciennitet og smerter i bevægeapparatet betydeligt svagere, men der var dog stadig en statistisk signifikant sammenhæng mellem anciennitet og smerter i lænderyg og albuer. Denne justering for betydningen af generelle helbredsklager er dog skudt over målet fordi nogle af klagerne over dårligt generelt helbred kan skyldes smerter i bevægeapparatet.

Den samlede konklusion på denne spørgeskemabaserede opgørelse af smerter i kroppens forskellige regioner er, at risikoen for bevægeapparatssmerter steg med stigende anciennitet som bagageportør i de fleste af de undersøgte kropsregioner. Dette er foreneligt med, at vedvarende tungt løftearbejde og bagagehåndtering kan forårsage kroniske eller længerevarende smerter i bevægeapparatet, ikke bare i lænderyg og skuldre men også i nakke/øvre ryg, albuer, håndled, knæ, mens det er mere usikkert med

hofter og fodled. Vi kan dog ikke udelukke, at de nævnte sammenhænge i et vist omfang kan forklares af andre faktorer, der hænger sammen med anciennitet.

Resultaterne fra spørgeskemaundersøgelsen er i god overensstemmelse med de ovenfor beskrevne analyser af risikoen for første-gangs-indlæggelse for mere alvorlige lidelser i lænderyg, skuldre og knæ for hele kohorten, hvor anciennitet og lidelser er registreret uafhængigt af hinanden, og hvor lidelserne ikke kun er baseret på subjektivt angivet smertegrad.

Resultaterne af spørgeskemaundersøgelsen er offentliggjort i et internationalt tidsskrift <sup>(41)</sup>

Det skal tilføjes, at vi efter analyserne og publiceringen af spørgeskemaundersøgelsen indhentede supplerende registeroplysninger vedrørende kohortedannelsen, således at andelen af personer, der var registreret som bagageportører, men som i spørgeskemaet oplyste, at de ikke var bagageportører, er blevet mindre i den endelige kohorte (9.6 %) end anført ovenfor (16 %).

## Konklusion og perspektivering

Undersøgelsen viste dosis-respons sammenhænge mellem kumuleret tid som bagageportør og indlæggelser eller ambulante hospitalsbesøg for lumbago og degenerative lidelser i lænderyggen, subakromial skulderlidelse, slidgigt i knæ og menisklidelser i knæ. Resultaterne er i overensstemmelse med og støtter dermed resultaterne af andre undersøgelser, der peger på tungt løftarbejde og håndtering af gods som årsag til de nævnte lidelser. Der var en tendens til, at flere af ovenstående fund var mere udtalt for arbejde på rampen end i hallen, men disse resultater er usikre. På det foreliggende kan vi derfor ikke med sikkerhed pege på, at risikoen er større for bestemte belastninger eller arbejdsstillinger end for andre, men dosis-respons sammenhænge var mest udtalt på rampen, hvilket tyder på at arbejde i lastrummene er særligt belastende.

Projektet sigtede mod at bestemme dosis-respons sammenhænge, bl.a. med henblik på en bestemmelse af, hvad der kan betegnes som et "sikkert" løftarbejde uden risiko for slidlidelser i bevægeapparatet. Vores forventning var, at en øget risiko først ville vise sig efter nogle år som bagageportør, men resultaterne viste at risikoen steg allerede fra starten af ansættelsen. Undersøgelsen kan derfor ikke pege på noget "sikkert" niveau for bagagehåndtering. I praksis må forebyggelse derfor fortsat bestå i at mindske den håndterede mængde bagage og belastningen ved håndteringen af de enkelte stykker bagage.

Vores undersøgelse er karakteriseret ved at data om eksponeringen er objektive og indsamlet prospektivt og uafhængigt af eventuel senere sygdom, og ved at også udfaldet er baseret på en objektive hændelse (indlæggelse og operation), der er systematisk registreret, uafhængigt af eksponeringen. Det giver et meget stærkt undersøgelsesdesign og dermed mindre usikkerhed i tolkningen af resultaterne. Vores resultater styrker derfor de resultater fra andre tidligere undersøgelser, der har vist sammenhænge mellem fysiske belastninger og bevægeapparatssygdomme.

Det var uventet, at der ikke var nogen sammenhæng mellem diskusprolaps og arbejdet som bagageportør. Resultatet var imidlertid så afvigende fra de øvrige resultater, at vi ikke tror, at det skyldes tilfældigheder eller for få tilfælde. Samtidig giver dette afvigende resultat også den information, at det ikke er alle bevægeapparatsslidelser i vores undersøgelse, der afhænger af kumuleret tid som bagageportør på den måde vi har fundet, og det tilføjer disse fund en større troværdighed, herunder at der ikke er en bagvedliggende konfunder, der forklarer alle resultaterne. Det var desuden overraskende, at risikoen for de forskellige udfald så ud til at stige allerede fra starten af arbejdet som bagageportør. Ud fra en



forhåndsantagelse om at mekanismen for disse lidelsers opståen er vedvarende slid, kunne man måske forvente, at der først ville gå en del tid før der begyndte at komme en stigning i risikoen. Men det ser ikke ud til at være tilfældet, og mekanismen må derfor være anderledes. Man kan godt tænke andre plausible mekanismer, der vil medføre en stigning allerede fra starten af ansættelsen som bagageportør, fx at akutte traumer betyder noget og at nogle er mere følsomme end andre, men det er ikke noget vi kan belyse konkret ud fra data.

I vores analyser af registerdata havde vi inkluderet et mål for indførelse af tekniske hjælpemidler, men dette havde ingen signifikant sammenhæng med hensyn til de udfald vi undersøgte. I de særskilte analyser af arbejde på rampen var dosis-response sammenhænge mest udtalt før indførelse af forlængede bagagebånd for skulder- og menisk-lidelser, hvilket kunne tyde på en forebyggende effekt af disse bagagebånd. Der fandtes ingen tilsvarende effekter for indførelse af løftekrog i bagagehallen.

Perspektiverne for den biomekaniske del af projektet er meget interessante. Først og fremmest er det lykkedes at konstruere en avanceret computermodel af forskellige løftesituationer, som kan modificeres og bruges til at evaluere løftesituationer i andre erhverv. Udviklingen af de biomekaniske modeller af bagageportørernes løftearbejde åbner endvidere for mulige fremtidige studier, hvor man kan undersøge om udførelsen af løftearbejdet kan optimeres med henblik på at minimere belastning på kroppen.

Projektets direkte målgruppe er bagageportører i lufthavne ikke blot i Danmark, men også internationalt. Vi opfordrer til, at der sættes fokus på bagageportørernes arbejdsmiljø og at man tænker tiltag ind, som kan nedsætte den håndterede mængde bagage og belastningen ved håndteringen af de enkelte stykker bagage.

Vi valgte at foretage undersøgelsen blandt bagageportører, blandt andet fordi det var en stor gruppe personer med relativt ensartet arbejde fra dag til dag og som også ofte havde langvarige ansættelser i lufthavnen, hvilket var en fordel i forhold til analyserne. Resultaterne kan imidlertid også overføres til andre grupper af personer, hvis arbejde overvejende består i at løfte og håndtere tunge emner.

## Oversigt over formidling af projektet

### Ph.d.-afhandling:

Low back load in airport baggage handlers, PhD Thesis by Henrik Koblauch, MHSc., 12. June 2015. ISBN 978-87-996936-4-1

### Videnskabelige artikler:

Baggage handler seniority and musculoskeletal symptoms: is heavy lifting in awkward positions associated with the risk of pain? Bern SH, Brauer C, Møller KL, Koblauch H, Thygesen LC, Simonsen EB, Alkjær T, Bonde JP, Mikkelsen S. *BMJ Open*. 2013 Nov 29;3(11):e004055. doi: 10.1136/bmjopen-2013-004055

Subacromial shoulder disorders among baggage handlers: an observational cohort study. Thygesen LC, Mikkelsen S, Pedersen EB, Møller KL, Alkjær T, Koblauch H, Simonsen EB, Møller SP, Brauer C. Submitted to *International Archives of Occupational and Environmental Health*

A cohort study on meniscal disorders among airport baggage handlers. Mikkelsen S, Brauer C, Pedersen EB, Alkjær T, Koblauch H, Simonsen EB, Helweg-Larsen K, Thygesen LC. Submitted to *PlosOne*

The validation of a musculoskeletal model of the lumbar spine. Koblauch H, Andersen MS, de Zee M, Rasmussen J, Alkjær T, Brauer C, Mikkelsen S, Thygesen L, Carbes S, Simonsen EB. To be submitted

Local muscle load and low back compression forces evaluated by EMG and video recordings of airport baggage handlers. Koblauch H, Falkerslev S, Bern SH, Alkjær T, Brauer C, Mikkelsen S, de Zee M, Thygesen LC, Simonsen EB. To be submitted.

Spinal loads in asymmetrical and dynamic lifting tasks: A modeling approach. Koblauch H, Andersen MS, Alkjær T, Brauer C, Mikkelsen S, de Zee M, Thygesen LC, Simonsen EB. To be submitted.

Occupational lifting and low back disorders among a cohort of baggage handlers. Brauer C et al. To be submitted.

Knee osteoarthritis among baggage handlers - a matter of age or seniority? Pedersen EB et al. To be submitted

Use of company data to assess exposure to manual lifting, Brauer C et al. To be submitted.

**Foredrag ved videnskabelige konferencer, titel på oplæg og navn på oplægsholder, (målgruppe):**

Annual meeting in Danish Society of Biomechanics, Aarhus 2012	Lumbar load in common work tasks for airport baggage handlers. Henrik Koblauch, (nationale forskere)
Epicoh 2013, Utrecht	The risk of musculoskeletal disorders in a cohort of Danish baggage handlers. Stine Hvid Bern, (internationale forskere). <i>Occup Environ Med</i> 2013;70:Suppl 1 A115 doi:10.1136/oemed-2013-101717.338
Epicoh 2013, Utrecht	Ergonomic exposure assessed by production statistics. Charlotte Brauer, (internationale forskere). <i>Occup Environ Med</i> 2013;70:Suppl 1 A100-A101 doi:10.1136/oemed-2013-101717.295
XIV International Symposium on Computer Simulation in Biomechanics, Brazil 2013	The modeling of two airport baggage handler work tasks. Henrik Koblauch, (internationale forskere)
International Symposium "Biomechanics from basic research to Practical Applications", Jyväskylä, 2013.	Spinal loading in airport baggage handler. Henrik Koblauch, (internationale forskere)
AMFF's conference 2015	Muskelskeletlidelser ved tungt løftearbejde. Charlotte Brauer, (danske forskere og arbejdsmiljøprofessionelle)
NordicEpi, The 7 <sup>th</sup> Nordic Meeting in Epidemiology and Registry-based Health research, Oslo 2015	Risk of knee meniscal disease in a cohort of baggage handlers. Sigurd Mikkelsen (internationale forskere).

**Andre foredrag, titel på oplæg og navn på oplægsholder, (målgruppe):**

Temadag den 26. april 2012, CPH, Københavns Lufthavn	Projekt Luft & Løft En undersøgelse af nedslidningsskader & helbredsskader ved partikelforurening hos ansatte i lufthavnen. Charlotte Brauer, (arbejdsmiljøorganisationen I CPH, Københavns Lufthavn)
Temadag den 8. november 2012, SAS, Københavns Lufthavn	Projekt BagPack. Charlotte Brauer, Stine Hvid Bern, Henrik Koblauch, (arbejdsmiljøorganisationen i SAS, Københavns Lufthavn)
Forskerplenum, AMK Bispebjerg, 2013 og 2015	Projekt BagPack. Henrik Koblauch, Lau Caspar Thygesen, Sigurd Mikkelsen, Charlotte Brauer, (forskere fra Arbejds- og Miljømedicinsk Afdeling og fra samarbejdspartnere)
Temadag den 26. marts 2014, Bispebjerg Hospital	Projekt CPH-BagPack om muskelskelet lidelser ved tungt løftearbejde blandt bagageportører i lufthavnen. Charlotte Brauer, (sagsbehandlere i fagbevægelsen)
Seminar I Københavns Lufthavn, 1. september 2015	BagPack-projektet om muskelskelet lidelser ved tungt løftearbejde blandt bagageportører i lufthavnen. Lau C. Thygesen, Sigurd Mikkelsen, Charlotte Brauer, (medarbejdere, arbejdsgivere og arbejdsmiljøorganisationer i deltagende firmaer fra lufthavnen, sagsbehandlere i fagbevægelsen, Arbejdstilsynet)
AnyBody webinar 10. november 2015	Den biomekaniske del af Backpack-projektet blev præsenteret som et webinar for alle interesserede og især brugere af AnyBody. Webinaret kan ses her: <a href="https://www.youtube.com/watch?v=k_zMigUtDhM">https://www.youtube.com/watch?v=k_zMigUtDhM</a>

**Posters ved videnskabelige konferencer:**

8th Interdisciplinary World Congress on Low Back & Pelvic Pain, Dubai, 2013  
Lumbar load in common work tasks for airport baggage handlers.  
Henrik Koblauch, (internationale forskere)

NordicEpi, The 7<sup>th</sup> Nordic Meeting in Epidemiology and Registry-based Health research, Oslo 2015  
Subacromial shoulder disorders among baggage handlers: an observational cohort study. Lau C. Thygesen (internationale forskere)

NordicEpi, The 7<sup>th</sup> Nordic Meeting in Epidemiology and Registry-based Health research, Oslo 2015  
Associations between occupational lifting and low back disorders – registry based data from the Copenhagen Airport Cohort. Charlotte Brauer (internationale forskere)

**Populærvidenskabelig formidling:**

Millioner til helbredsprojekt i Københavns Lufthavn, Fagbladet 3F, 28. februar 2012, af journalist Peter Keiding.

Slidsomt for kroppen at være bagageportør i lufthavnen – især hvis man er det i mange år. Ugens tal for folkesundhed, uge 10 2015, af Lau Caspar Thygesen

## Appendiks 1: Funktionskoder

For hver ansættelses- eller medlemsperiode blev der kodet hvilken funktion personen havde efter følgende liste:

- 1.10 = 'Bagageportør - SAS'
- 1.11 = 'Bagageportør - rampe og hal - SAS'
- 1.12 = 'Bagageportør - rampe - SAS'
- 1.13 = 'Bagageportør - hal - SAS'
- 1.15 = 'Bagageportør mail/lager - SAS'
- 1.17 = 'Bagageportør administration - SAS'
- 1.20 = 'Bagageportør - Novia/CAS'
- 1.21 = 'Bagageportør - rampe og hal - Novia'
- 1.22 = 'Bagageportør - rampe - Novia'
- 1.23 = 'Bagageportør - hal - Novia '
- 1.25 = 'Bagageportør mail/lager - Novia'
- 1.27 = 'Bagageportør administration - Novia'
- 1.29 = 'Bagagevogne - Novia'
- 1.30 = 'Bagageportør - VSL/CPH'
- 1.40 = 'Bagageportør - andre virk end SAS/Novia'
- 1.45 = 'Bagageportør - fragt andre virk end SAS/Novia'
- 2='Cleaning – SAS'
- 2.2='Cleaning - CPH'
- 2.3='Cleaning - Sodexho/Aerocleaning'
- 3='Vagt – missing eks'3.1='Vagt - ude'
- 3.2='Vagt - inde'
- 3.3='Vagt - ikke CPH'
- 4 = 'Indendørs ved passagerer / Passenger assistant / Pax'
- 5 = 'Chauffør/brændstof'
- 5.5 = 'Chauffør bagageportør'
- 6 = 'Gate coordinators'
- 7 = 'Trafik (drift mest ved gaten - 30% forplads 70% gate)'
- 8 = 'Push back - SAS'
- 9 = 'Administration/ledelse/akademikere'
- 9.1= 'Administration/leder – ude'

- 9.2= 'Administration/leder - inde'
- 10='Mark – missing eks'
- 10.1='Mark - ude'
- 10.2='Mark – inde'
- 11='Mark\_kørsel'
- 12='Brand – missing eks'
- 12.1='Brand - ude'
- 13 = 'Mekaniker'
- 25 = 'FRAGT-DLH-ANDET'
- 25.1 = 'AEROCHEF'
- 25.23 = 'GateGourmet og LSG'
- 25.6 = 'MOVE A JET'
- 99 = 'Orlov / Wastebasket'

## Appendiks 2: Udfald defineret ved diagnosekoder i Landspatientregistret

Før 1994 blev diagnose kodet efter International Classification of Diseases version 8 (ICD-8) og fra 1994 efter version 10 (ICD-10). Før 1996 blev operationer kodet efter et dansk national klassifikations-system, Danish national classification system, og fra 1996 efter Nomesco Classification of Surgical Procedures.

### Lænderyglidelser:

#### 1. discusprolaps:

ICD-8: diagnosekoderne 725.10, 725.11

ICD-10: diagnosekoderne M51.0, M51.0A, M51.1, M51.1A, M51.1B, M51.1C, M51.1D, M51.1E, M51.1F, M51.1I, M51.2, M51.2A, M51.2B, M51.2C, M51.2D, M51.2E, M51.2F

Danish Operation Classification: 77480, 82073, 82173

NOMESCO codes for surgical procedures: ABC16, ABC26

#### 2. lumbago og degenerative lidelser i lænderyggen

ICD-8: diagnosekoderne 713.12, 717.09, 725.19, 728.79

ICD-10: diagnosekoderne M47.8D, M47.8E, M48.0, M51.3, M51.3A, M54.3, M54.4, M54.5, S33.5A

Danish Operation Classification: 77600, 77660, 82273, 82274, 82374, 82375, 84450

NOMESCO codes for surgical procedures: NAB94, NAB96, NAG04, NAG06, NAG14, NAG16, NAG24, NAG26, NAG34, NAG36, NAG44, NAG46, NAG54, NAG56, NAG64, NAG66, NAG74, NAG76, NAG84, NAG86, NAG94, NAG96

### Skulderlidelser:

#### 1. subakromial skulderlidelse

ICD-8: Subakromial skulderlidelse var ikke en diagnose i ICD-8, hvorfor vi udelukkende inkluderede diagnoser fra ICD-10.

ICD-10: diagnosekoderne M75.1, M75.1A, M75.1B, M75.1C, M75.2, M75.3, M75.3A, M75.4, M75.5, M75.5A, M75.8, M75.9.

NOMESCO codes for surgical procedures: KNBA01, KNBA02, KNBA11, KNBA11A, KNBA11B, KNBA12, KNBE01, KNBE02, KNBE11, KNBE12, KNBE21, KNBE22, KNBG09, KNBH51, KNBH52, KNBL49, KNBM79.



## Knælidelser

### 1. slidgigt i knæ:

ICD-8: diagnosekoden 713.01

ICD-10: diagnosekoderne M17.0, M17.1, M17.1B, M17.9.

Danish operations classification: 70040 - 70049, 82780, 82800

Nomesco codes for surgical procedures: The KNGB-group.

### 2. menisk-lidelser i knæ:

ICD-8: diagnosekoderne 724.19, 844.02, 844.03, 844.04, 849.45, 849.46, 849.48, 849.49.

ICD-10: diagnosekoderne M23.2, M23.3, S83.2, S83.7C.

Danish operations classification: 72540, 72541, 72549, 74560, 74570, 72640, 72641, 72649, 74580, 74590, 74600, 74610, 72740, 72741, 72749, 74620, 74630.

Nomesco-codes for surgical procedures: NGD koder

## Referencer

- (1) Lopez AD, Mathers CD, Ezzati M, Jamison DT, Murray CJ. Global and regional burden of disease and risk factors, 2001: systematic analysis of population health data. *Lancet* 2006; 367(9524):1747-57.
- (2) Hansson T. Ländryggsbesvär och arbete. *Arbete och Hälsa* 2001;(12):19-56.
- (3) Krause N, Rugulies R, Ragland DR, Syme SL. Physical workload, ergonomic problems, and incidence of low back injury: a 7.5-year prospective study of San Francisco transit operators. *Am J Ind Med* 2004; 46(6):570-85.
- (4) Leino-Arjas P, Kaila-Kangas L, Notkola V, Ilmo K, Mutanen P. Inpatient hospital care for back disorders in relation to industry and occupation in Finland. *Scand J Work Environ Health* 2002; 28(5):304-13.
- (5) Seidler A, Bolm-Audorff U, Siol T, Henkel N, Fuchs C, Schug H et al. Occupational risk factors for symptomatic lumbar disc herniation; a case-control study. *Occup Environ Med* 2003; 60(11):821-30.
- (6) Seidler A, Bergmann A, Jäger M, Ellegast R, Ditchen D, Elsner G et al. Cumulative occupational lumbar load and lumbar disc disease--results of a German multi-center case-control study (EPILIFT). *BMC Musculoskelet Disord* 2009; 10:48.:48.
- (7) Sorensen IG, Jacobsen P, Gyntelberg F, Suadicani P. Occupational and other predictors of herniated lumbar disc disease - a 33-year follow-up in The Copenhagen Male Study. *Spine (Phila Pa 1976 )* 2011; 36(19):1541-6.
- (8) Kwon BK, Roffey DM, Bishop PB, Dagenais S, Wai EK. Systematic review: occupational physical activity and low back pain. *Occup Med (Lond)* 2011; 61(8):541-8.
- (9) Coenen P, Gouttebauge V, van der Burght AS, van Dieen JH, Frings-Dresen MH, van der Beek AJ et al. The effect of lifting during work on low back pain: a health impact assessment based on a meta-analysis. *Occup Environ Med* 2014; 71(12):871-7.
- (10) Andersen JH, Kaergaard A, Mikkelsen S, Jensen UF, Frost P, Bonde JP et al. Risk factors in the onset of neck/shoulder pain in a prospective study of workers in industrial and service companies. *Occup Environ Med* 2003; 60(9):649-54.
- (11) Styf J. Skulderbesvär och och arbete. *Arbete och Hälsa* 2001;(12):119-44.
- (12) Svendsen SW, Gelineck J, Mathiassen SE, Bonde JP, Frich LH, Stengaard-Pedersen K et al. Work above shoulder level and degenerative alterations of the rotator cuff tendons: a magnetic resonance imaging study. *Arthritis Rheum* 2004; 50(10):3314-22.
- (13) Svendsen SW, Bonde JP, Mathiassen SE, Stengaard-Pedersen K, Frich LH. Work related shoulder disorders: quantitative exposure-response relations with reference to arm posture. *Occup Environ Med* 2004; 61(10):844-53.
- (14) Jensen LK. Hip osteoarthritis: influence of work with heavy lifting, climbing stairs or ladders, or combining kneeling/squatting with heavy lifting. *Occup Environ Med* 2008; 65(1):6-19.
- (15) Vingård E. Höftledsartros och och arbete. *Arbete och Hälsa* 2001;(12):185-93.

- (16) Fransen M, Agaliotis M, Bridgett L, Mackey MG. Hip and knee pain: role of occupational factors. *Best Pract Res Clin Rheumatol* 2011; 25(1):81-101.
- (17) Jensen LK. Knee osteoarthritis: influence of work involving heavy lifting, kneeling, climbing stairs or ladders, or kneeling/squatting combined with heavy lifting. *Occup Environ Med* 2008; 65(2):72-89.
- (18) Palmer KT. Occupational activities and osteoarthritis of the knee. *Br Med Bull* 2012; 102:147-70.
- (19) Vingård E. Knäledsartros och och arbete. *Arbete och Hälsa* 2001;(12):195-293.
- (20) Ezzat AM, Li LC. Occupational physical loading tasks and knee osteoarthritis: a review of the evidence. *Physiother Can* 2014; 66(1):91-107.
- (21) Amin S, Goggins J, Niu J, Guermazi A, Grigoryan M, Hunter DJ et al. Occupation-related squatting, kneeling, and heavy lifting and the knee joint: a magnetic resonance imaging-based study in men. *J Rheumatol* 2008; 35(8):1645-9.
- (22) Lin J, Li R, Kang X, Li H. Risk factors for radiographic tibiofemoral knee osteoarthritis: The Wuchuan Osteoarthritis Study. *Int J Rheumatol* 2010; 2010(385826):1-6.
- (23) Vrezas I, Elsner G, Bolm\_Audorff U, Abolmaali N, Seidler A. Case-control study of knee osteoarthritis and lifestyle factors considering their interaction with physical workload. *Int Arch Occup Environ Health* 2010; 83:291-300.
- (24) Undeutsch K, Gartner KH, Luopajarvi T, Kupper R, Karvonen MJ, Lowenthal I et al. Back complaints and findings in transport workers performing physically heavy work. *Scand J Work Environ Health* 1982; 8 Suppl 1:92-6.:92-6.
- (25) Undeutsch K. The role of anthropometric measures on the musculoskeletal system of workers performing heavy physical work. *Ann Physiol Anthropol* 1984; 3(3):211-6.
- (26) van Poppel MN, Koes BW, Deville W, Smid T, Bouter LM. Risk factors for back pain incidence in industry: a prospective study. *Pain* 1998; 77(1):81-6.
- (27) Rutenfranz J, Lowenthal I, Kylian H, Klimmer F, Floring R, Gartner KH et al. [Occupational health studies on airport transport workers. I. Results of ergonomic time and motion studies (author's transl)]. *Int Arch Occup Environ Health* 1980; 47(2):129-41.
- (28) Splittstoesser RE, Yang G, Knapik GG, Trippany DR, Hoyle JA, Lahoti P et al. Spinal loading during manual materials handling in a kneeling posture. *J Electromyogr Kinesiol* 2007; 17(1):25-34.
- (29) Tapley S, Riley D. Baggage handling in narrow-bodied aircraft: Identification and assessment of musculoskeletal injury risk factors. 1-26. 2005. Health and Safety Executive. Report.
- (30) Ripley D. Reducing the risks associated with the manual handling of air passenger baggage for narrow bodied aircraft. Literature review update. 1-26. 2009. Health and Safety Executive. HSE Books. Report.
- (31) Koblauch H. Low back load in airport baggage handlers. 2015. Thesis. ISBN 978-87-996936-4-1

- (32) Cholewicki J, McGill SM, Norman RW. Lumbar spine loads during the lifting of extremely heavy weights. *Med Sci Sports Exerc* 1991; 23(10):1179-86.
- (33) Rasmussen J, Damsgaard M, Voigt M. Muscle recruitment by the min/max criterion -- a comparative numerical study. *J Biomech* 2001; 34(3):409-15.
- (34) Brinckmann P, Biggemann M, Hilweg D. Fatigue fracture of human lumbar vertebrae. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 1988; 3 Suppl 1:i-S23.
- (35) Granhed H, Jonson R, Hansson T. Mineral content and strength of lumbar vertebrae. A cadaver study. *Acta Orthop Scand* 1989; 60(1):105-9.
- (36) Jäger M, Luttmann A, Göllner R. Belastbarkeit der Lendenwirbelsäule bei manueller Lastenhandhabung – Ableitung der "Dortmunder Richtwerte auf Basis der lumbalen kompressionsfestigkeit. *Zbl Arbeitsmed* 2001; 51:354-72.
- (37) Jensen VM, Rasmussen AW. Danish Education Registers. *Scand J Public Health* 2011; 39(7 Suppl):91-4.
- (38) Baadsgaard M, Quitzau J. Danish registers on personal income and transfer payments. *Scand J Public Health* 2011; 39(7 Suppl):103-5.
- (39) Lynge E, Sandegaard JL, Rebolj M. The Danish National Patient Register. *Scand J Public Health* 2011; 39(7 Suppl):30-3.
- (40) Greenland S, Pearl J, Robins JM. Causal diagrams for epidemiologic research. *Epidemiology* 1999; 10(1):37-48.
- (41) Bern SH, Brauer C, Moller KL, Koblauch H, Thygesen LC, Simonsen EB et al. Baggage handler seniority and musculoskeletal symptoms: is heavy lifting in awkward positions associated with the risk of pain? *BMJ Open* 2013; 3(11):e004055.