



Alder og teknisk målt fysiske arbejdskrav, fysisk kapacitet, relativ arbejds- belastning og restitution

Har ældre et større behov for restitution og hvile
efter fysiske arbejdskrav end yngre?

Alder og teknisk målt fysiske arbejdskrav, fysisk kapacitet, relativ arbejdsbelastning og restitution

Har ældre et større behov for restitution og hvile efter fysiske arbejdskrav end yngre?

Det Nationale Forskningscenter for Arbejdsmiljø, København 2021

NFA-rapport

Titel	Alder og teknisk målt fysiske arbejdskrav, fysisk kapacitet, relativ arbejdsbelastning og restitution
Undertitel	Har ældre et større behov for restitution og hvile efter fysiske arbejdskrav end yngre?
Forfattere	Patrick Crowley & Andreas Holtermann
Udgiver	Det Nationale Forskningscenter for Arbejdsmiljø (NFA)
Udgivet	juli 2021
Finansiell støtte	Arbejdsmiljøforskningsfonden
Internetudgave	nfa.dk

Det Nationale Forskningscenter for Arbejdsmiljø

Lersø Parkallé 105
2100 København Ø
Tlf.: 39165200
Fax: 39165201
e-post: nfa@nfa.dk
Hjemmeside: nfa.dk

Indhold

Indhold	5
Sammenfatning	7
Summary	8
Indledning	11
Metode	12
Forståelsesmodel.....	13
Rekruttering	13
Inklusionskriterier.....	13
Eksklusion fra målinger	14
Dataindsamling	14
Spørgeskemadata og helbredsmaalinger	14
Accelerometremaalinger af kroppsstillinger og bevægelser	14
Maalinger af pulsbelastning	15
Kompositionel data	15
Statistiske analyser.....	15
Resultater	18
Diskussion	21
Perspektiv for arbejdsmiljøet.....	22
Vesentlige styrker og svagheder ved projektet	22
Fremtidens forskning	22
Efterskrift	24
Referencer	25

Sammenfatning

Baggrund og formål

Den store efterkrigsgeneration går på pension, og de yngre generationer, der står på trappen til arbejdsmarkedet, er mindre. Dette medfører øgede udgifter til sundhed- og pensions-systemer, og færre medarbejdere tilgængelig for arbejdspladser i Danmark. Derfor er det vigtigt at frembringe viden, der kan lede til evidensbaserede tiltag, som kan fremme at den ældre arbejdsstyrke har evne og mulighed til at blive længere tid på arbejdsmarkedet. Det er blevet foreslået at utilstrækkelig restitution – manglende fysisk og/eller mental hvile efter fysisk arbejde - udgør en betydelig barriere for et langt og godt arbejdsliv for medarbejdere i fysisk betonede jobs. Særligt ældre medarbejdere er i risiko for utilstrækkelig restitution efter fysisk arbejde, da aldring går hånd i hånd med en reduktion af fysisk kapacitet. En reduktion af fysisk kapacitet kan medføre en dobbeltsidig udfordring for medarbejdere i fysiske jobs. Dette skyldes, at belastningen på kroppen fra et fysisk arbejde er relativ – det vil sige, at en given fysisk arbejdsopgave er "relativt set" hårdere for kroppen for en medarbejder med lav fysisk kapacitet, end for en medarbejder med høj fysisk kapacitet (den relative arbejdsbelastning). Derudover vil medarbejdere med lav fysisk kapacitet have en reduceret evne til at restituere fra et fysisk arbejde, og dermed behøve længere tid til dette. Disse sammenhænge mellem fysiske arbejdskrav, fysisk kapacitet, relativ arbejdsbelastning og restitution har hidtil været undersøgt baseret på selvrapporteret information, hvilket er kendt for at være upræcist. De seneste år er det blevet muligt at måle fysiske arbejdskrav ved brug af bevægelsesmålere (accelerometre). Den relative arbejdsbelastning og behovet for restitution kan måles med puls-målere henover flere arbejdsdøgn. Dette projekt benyttede sådanne tekniske målinger til at undersøge sammenhængen mellem fysiske arbejdskrav, fysisk arbejdsbelastning og restitution, og hvorvidt denne sammenhæng var påvirket af medarbejdernes alder og fysiske kapacitet. Dette overordnede emne blev undersøgt i tre videnskabelige artikler, der havde til formål at undersøge følgende forskningsspørgsmål baseret på tekniske målinger:

1. Er fysiske arbejdskrav tilrettelagt efter medarbejderes alder inden for produktionsindustri og rengøring?
2. Har medarbejdere med en høj fysisk kapacitet en lavere relativ arbejdsbelastning under reelt arbejde?
3. I hvilken grad påvirker relative arbejdsbelastning behovet for restitution ved fysisk betonet arbejde?

Metode

Projektet er baseret på data fra DPhacto kohorten, der består af 871 medarbejdere fra 15 arbejdspladser inden for transport, rengøring og industri i Danmark. Medarbejdernes fysiske arbejdskrav (fx arbejdstid brugt stående, gående og på fødderne) blev målt over flere dage med accelerometre. Pulsmålere blev anvendt til at måle pulsbelastning under arbejde (den relative arbejdsbelastning). Derudover var pulsmålerne brugt til at måle medarbejdernes restitutionsbehov via målinger af puls gennem hele døgnet, især i løbet af natten.

Resultater

Vores undersøgelse af hvorvidt teknisk målte fysiske arbejdskrav var tilpasset til medarbejdernes alder i produktionen, i industrien og i rengøring viste, at der ikke var forskel i teknisk målte fysiske arbejdskrav mellem aldersgrupperne. Vores undersøgelse af sammenhængen mellem fysisk kapacitet og pulsbelastning under arbejde blandt medarbejdere i rengøring, industri og transport viste, at medarbejdere med højere målt fysisk kapacitet havde en lavere pulsbelastning under

arbejde – det vil sige en lavere relativ arbejdsbelastning. Derudover fandt vi en tendens til, at fysisk kapacitet har en større betydning for pulsbelastningen under arbejde blandt ældre sammenlignet med yngre medarbejdere. Endeligt fandt vi, at en højere relativ arbejdsbelastning (målt som pulsbelastning under arbejde) var forbundet med dårligere restitution baseret på hvilepuls og hjerterytme-variabilitet om natten.

Konklusion

Projektets resultater indikerer, at fysiske arbejdskrav ikke ser ud til at være tilrettelagt medarbejdernes alder blandt medarbejdere i produktionen, i industri og i rengøring. Yderligere ser fysisk kapacitet ud til at have en stor betydning for den tekniske målte relative arbejdsbelastning under reelt arbejde. Derudover fandt vi en klar sammenhæng mellem den relative arbejdsbelastning og teknisk målt restitution blandt medarbejdere med fysisk betonet arbejde. Overordnet understøtter resultaterne, at både teknisk målt fysiske arbejdskrav og relativ arbejdsbelastning under reelt arbejde hænger tæt sammen med behov for restitution. Siden de fysiske arbejdskrav, inden rengøring og industri, ikke synes at blive tilrettelagt medarbejdernes alder, ser det ud til at foreligge et uudnyttet forebyggelsespotentiale her. Vi vil anbefale at dette uudnyttede forebyggelsespotentiale bliver afprøvet inden disse jobs, både med tanke på hvordan det i praksis kan implementeres, samt effekter på medarbejdernes relative arbejdsbelastning, restitution og helbred. Vi finder at særligt medarbejdere med lavere fysisk kapacitet har en højere relativ arbejdsbelastning og større behov for restitution. Vi vil derfor anbefale at afprøve implementeringsmuligheder og effekter af at:

1. Organisere og tilrettelægge fysisk betonet arbejde så medarbejdere med lavere fysisk kapacitet, får flere muligheder for hvile (fx ved at få allokeret mindre fysisk krævende arbejdsopgaver) henover arbejdsdagen.
2. Implementere tiltag for at forsinke det alders-relaterede fald i fysisk kapacitet. Dette kan både være gennem fysisk træning på arbejdspladsen, eller gennem tilrettelæggelse af fysiske arbejdsopgaver (fx med højere puls såsom hurtig gang) i arbejdet der kan give en forbedring af fysisk kapacitet

Summary

Introduction and aims

The post-war generation in Europe is has reached retirement age and the proportion of younger generations stepping into the job market has decreased. As a result, there is an increase in the expenditure on health and pension systems and a decrease in the number available for employment at Danish workplaces. Therefore, it is crucial that we produce knowledge that will lead to evidence-based initiatives, which can help us ensure that older workers in the current workforce have the resources and the ability remain in the job market over a longer period.

Inadequate recovery – defined as the inability to recover mentally or physically from physically demanding work– is proposed to be a considerable barrier to the ability for a long and healthy work life for many workers with physically demanding jobs. Older workers in these physical jobs are perhaps at a particular risk for inadequate recovery, because aging typically goes hand in hand with a reduction in our fitness. In fact, this reduction in fitness presents a challenge on two fronts for older workers in physical jobs, who also have lower fitness levels. This is because the strain of physical

work is relative – that is to say that a given physical work demand is, from a relative perspective, “harder” for the body of a worker who has lower fitness levels, compared to a worker with high fitness levels (i.e. the relative aerobic workload is what matters). Furthermore, a worker with low fitness levels will have a lower capacity to recover and may take a longer duration to reach full recovery, than their counterpart with a higher capacity, fulfilling the same job.

To date, the association between physical work demands, the relative aerobic workload and recovery has typically been investigated using self-report measurements, which are increasingly recognized as imprecise. Lately though, it has become possible to measure recovery and physical work demands using devices that measure the workers heart rate (heart rate monitors), body positions and physical activity types (accelerometers).

In this project, we used this technology to investigate the association between physical work demands and recovery, while also investigating whether this association is affected by age and physical capacity (through the relative aerobic workload). To this end, we investigated the following points, reported in three scientific articles:

1. Are physical work demands tailored according to workers age, among workers in the manufacturing and cleaning industries?
2. Do workers with a higher level of fitness have a lower relative aerobic workload, measured using technical devices in real-life settings?
3. To what degree does the relative aerobic workload affect the need for recovery, when both are measured using technical devices?

Method

The project was based primarily on the data from the Danish Physical Activity cohort with Objective measurements (Dphacto), consisting of 871 workers from 15 workplaces within the; transport, cleaning and manufacturing industries, in Denmark. The workers physical work demands were measured using accelerometers (capturing work time spent walking, standing, sitting etc.). The workers aerobic workload at work, i.e. the response of the cardiorespiratory system when performing physical work tasks, was measured using heart-rate monitors. These heart rate monitors also provided a measure of recovery level in terms of heart rate throughout the whole day, in particular during the night.

Results

When investigation on the extent to which technically measured physical work demands are tailored according to age in the manufacturing and cleaning industries, we found no difference between age groups in terms of the time they spent on their feet, walking or standing. Our investigation on the relationship between fitness and the relative aerobic workload indicated that higher fitness levels led to less time with high aerobic workload. Moreover, we found that the benefit gained from improving physical fitness maybe be greater for older workers, i.e. for a given improvement in fitness, older workers would see a greater decrease in the worktime spent with a higher heart rate. Finally, we found that a higher relative aerobic workload was significantly associated with poorer recovery, when recovery was measured using heart-rate monitors.

Conclusion

The project results indicate that physical work demands are not tailored according to worker age, among workers within the manufacturing and cleaning industries in Denmark. Furthermore, fitness

level appears to have considerable implications for technically measured relative aerobic workload under real-life settings. Finally, the relative aerobic workload affected the device-measured recovery of workers with physically demanding work. Overall, the results support that device-measured physical work demands and the relative aerobic workload are closely related to the need for recovery.

That physical work demands within the cleaning and manufacturing industries do not appear to be tailored to the age of workers, may be information of unexploited preventative potential. We would therefore recommend that this preventative potential be explored within these jobs, both via consideration for how jobs can be tailored in practice, and how this can be done with respect for the relationship between relative aerobic workload, physical capacity and health. We find that particularly workers with lower physical capacity have a higher relative aerobic workload and a greater need for recovery. Thus we recommend exploring the interventions potential and effects of:

1. Organizing and tailoring physically demanding work so that workers, in particular workers with lower fitness levels, are provided more opportunities for rest (e.g. through the allocation of less physically demanding work tasks) throughout the workday.
2. New approaches aimed at minimizing the reduction in physical capacity with increasing age. This can be through fitness training at the workplace or through tailoring of physical work tasks (e.g. inducing a higher heart rate through more walking) that could lead to beneficial effects for fitness levels.

Indledning

Den store efterkrigsgeneration i Europa går på pension, og de yngre generationer er mindre. Dette medfører øgede udgifter til sundheds- og pensions-systemer, færre medarbejdere tilgængelig til produktionen og til at tage hånd om de mange ældre (NOSOSCO, 2018). En god håndtering af denne udfordring er afgørende for velfærdssystemerne i de nordiske lande.

For at imødekomme disse udfordringer har de fleste europæiske lande gennemført arbejdsmarkedsreformer (OECD, 2019; Beskæftigelsesministeriet, 2020). Nye strategier kunne indebære en række udfordringer for ældre med fysiske betonede arbejder (Andersen et al., 2021a), fordi det var veldokumenteret, at især ældre med fysiske betonede arbejder havde en forhøjet hyppighed af førtidig tilbagetrækning fra arbejdsmarked (Lahelma et al., 2012), langtidssygefravær (Andersen et al., 2021a; Andersen et al., 2018). Derfor var der behov for målrettede indsatser for at muliggøre et langt og godt arbejdsliv for denne gruppe (Andersen et al., 2021b).

Tilstrækkelig restitution er sandsynligvis et vigtigt redskab i indsatser mod dette formål. Restitution er blevet fysiologisk/biologisk beskrevet som "kroppens processer i at forny, genvinde og genetablere fysiske, psykologiske og sociale ressourcer eller kapaciteter, der er reduceret i anstrengelsen for at imødekomme ændrede krav" (Hartig, 2004). I en arbejdsmiljø sammenhæng er restitution tiltænkt, som en tidlig indikator for arbejdsrelateret overbelastning, der kan lede til helbredsproblemer, hvis det forekommer over længere tid uden tilstrækkelig hvile (Sluiter et al., 2003). Ligeledes har øget behov for restitution vist at øge risiko for reduceret helbred og øget sygefravær (de Croon et al., 2003; van Amelsvoort et al., 2003) samt reduceret produktivitet (Dewa et al., 2016). Behov for restitution efter arbejde er defineret som "behovet for indhentelse fra arbejdsrelateret træthed" (Sluiter et al., 2003), hvor øget behov for restitution efter arbejde er karakteriseret som en følelse af at være overbelastet, irriteret, socialt tilbagetrukket, have manglende energi og reduceret præstationsevne (Van Veldhoven, 2008).

Fysiske arbejdskrav – fysiske betonede arbejdsopgaver - kan have en markant betydning for helbred (Andersen et al., 2021a; Andersen et al., 2021b; Coenen et al., 2018; Gupta et al., 2020a) og sandsynligvis for restitution. Derudover har vores fysiske kapacitet en stor betydning for, hvordan et givet fysisk arbejdskrav påvirker kroppen – det vil sige, at påvirkningen er *relativ*. For en medarbejder med lavere fysisk kapacitet kan en given arbejdsbelastning medføre en større byrde på kredsløbet (pulsbelastning) og dermed en højere *relativ arbejdsbelastning*. Så, hvis man som medarbejder både har en lav fysisk kapacitet og høje fysiske arbejdskrav, kunne det betyde, at man en stor del af arbejdstiden arbejder med høj puls (kaldes pulsbelastning), og derved er man udsat for en høj *relativ arbejdsbelastning*. Det er også her, at alder kommer i spil. Dette fordi fysisk kapacitet falder ret betydeligt med alderen (Hodgson & Buskirk, 1977; Klabunde, 2011). Derfor kan fysiske arbejdskrav og den relative arbejdsbelastning have særlig betydning for ældre medarbejdere med fysisk betonet arbejde, som for nylig foreslået af ny dansk forskning (Norheim et al., 2020). Faktisk

har de fleste studier på restitution vist, at behovet for restitution efter arbejde generelt stiger med øgende alder (Gommans et al., 2015; Kiss et al., 2008; Mohren et al., 2010). Derfor kunne fysiske arbejdskrav, den relativ arbejdsbelastning, fysisk kapacitet og alder muligvis være koblet, og dermed have en indvirkning på restitution. Dette giver anledning til hypotesen at tilstrækkelig restitution spiller en vigtig rolle i opnåelsen af et langt og sundt arbejdsliv.

Indtil nu har restitution på arbejde primært været undersøgt ved brug af spørgeskema (Stevens et al., 2019). Men blandt medarbejdere med primært fysisk betonet arbejde har vi vist at spørgeskemabesvarelser om restitutionsbehov trolig ikke er meningsfuldt, fordi vi finder ingen sammenhæng mellem fysiske arbejdskrav og selvrapporeret restitutionsbehov (Stevens et al., 2020).

Dog er mere præcise målinger af fysiske arbejdskrav hen over flere døgn blevet gjort muligt ved udviklingen af små vandtætte bevægelsesmålere (accelerometre). Desuden kan puls-målere give en proxy-måling af den relative arbejdsbelastning fra fysiske arbejdskrav ved målinger af pulsbelastning (Korshøj et al., 2015) og restitution ved målinger af blandt andet hvilepuls under natten (Goffeng et al., 2018). Et softwareprogram vi har udviklet, Acti4, der giver præcis information om kropstillinger (fx. siddende, stående), aktivitetstyper (fx. gang, løb, cykling og trappegang), bevægelser (fx. foroverbøjning af ryg) (Skotte et al., 2014a) samt pulsbelastning, hvilepuls og hjerterytme-variabilitet (Skotte et al., 2014). I dette projekt anvendte vi disse *tekniske* målinger (accelerometri og puls) blandt medarbejdere fra 15 danske virksomheder inden for rengøring, industri og transport, for at undersøge sammenhængen mellem fysiske arbejdskrav, den relative belastning på arbejde og teknisk målt restitution.

Dette overordnede emne blev undersøgt i tre videnskabelig artikler, der havde til formål at undersøge følgende:

1. Er fysiske arbejdskrav tilrettelagt efter medarbejderes alder inden for produktionsindustri og rengøring?
2. Har medarbejdere med en høj fysisk kapacitet en lavere relativ arbejdsbelastning baseret på tekniske målinger under reelt arbejde?
3. I hvilken grad påvirker teknisk målt relativ arbejdsbelastning behovet for restitution ved fysisk betonet arbejde?

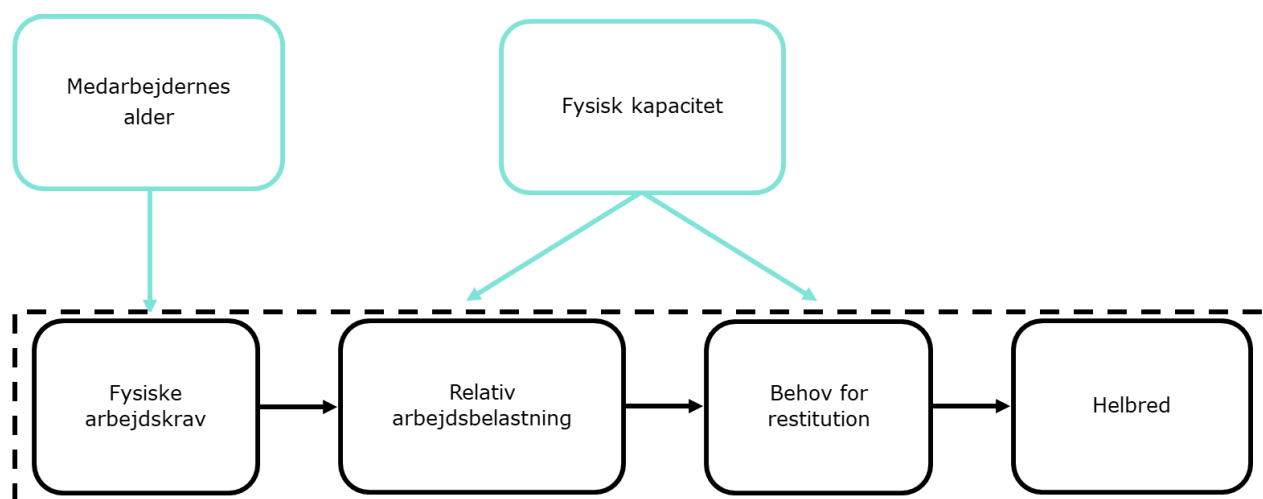
Metode

Projektet er hovedsageligt baseret på baselinedata fra kohorten: Danish PHysical ACTivity cohort with Objective measurements (DPhacto) (Jørgensen et al., 2019; Jørgensen et al., 2013). Data til DPhacto-kohorten blev indsamlet i perioden marts 2012 til april 2014. DPhacto-kohorten bestod af 871 medarbejdere fra 15 arbejdspladser inden for transport, rengøring og industri. Detaljeret information ang. dataindsamling for DPhacto er tidligere blevet publiceret (Jørgensen et al., 2019; Jørgensen et al., 2013).

Forståelsesmodel

Dette projekt tog udgangspunkt i forståelsesmodellen i figur 1. Vort udgangspunkt var den teoretiske antagelse at høje fysiske arbejdskrav forårsager et højere restitutionsbehov, som igen øger risikoen for forringet helbred. Vor videre antagelse var at disse sammenhænge bliver yderligere forstærket med højere alder og lavere fysisk kapacitet. En reduktion af fysisk kapacitet kan medføre en dobbeltsidig udfordring for medarbejdere i fysiske jobs. Dette skyldes at belastningen på kroppen fra et fysisk arbejde er relativ – det vil sige, at en given fysisk arbejdsopgave er "relativt set" hårdere for kroppen for en medarbejder med lav fysisk kapacitet, end for en medarbejder med høj fysisk kapacitet (den relativ arbejdsbelastning). Derudover, vil medarbejdere med lav fysisk kapacitet have en reduceret evne til at restituere fra et fysisk arbejde, og dermed behøve længere tid til dette.

Figur 1. Forståelsesmodellen som gav udgangspunkt for vores undersøgelse om sammenhængen mellem fysiske arbejdskrav, restitution og alder. Modifierende faktorer er fremhævet i farve.



Rekruttering

For DPhacto-kohorten blev hovedparten af virksomhederne rekrutteret i samarbejde med 3F og Dansk Industri. Alle medarbejdere fra produktionen blev tilbudt deltagelse, hvorimod de i administrative og/eller ledende stillinger kun blev tilbudt deltagelse, når det var et stærkt ønske fra virksomheden. Forud for dataindsamlingen mødtes virksomhedens ledelse, tillids-, arbejdsmiljø-, fagforenings- og medarbejderrepræsentanter med forskergruppen. Herefter blev medarbejdere inviteret til mindst et informationsmøde på hver virksomhed. Ved informationsmøderne modtog alle medarbejdere mundtlig og skriftlig information om projektet og et kort screeningsspørgeskema til udfyldelse under eller umiddelbart efter mødet. Efterfølgende kunne medarbejderne give tilsagn til, om de ønskede at deltage i projektet eller ej. Deltagelse var frivillig og tilsagn om deltagelse kunne til enhver tid trækkes tilbage uden efterfølgende konsekvenser.

Inklusionskriterier

Inklusionskriterierne på arbejdspladsniveau var muligheden for, at de ansatte kunne deltage i undersøgelsesaktiviteterne i løbet af arbejdsdagen med fuld løn. Inklusionskriterierne for de ansatte

til at deltage i undersøgelsen var, at de havde mindst 20 arbejdstimer om ugen, var mellem 18 – 65 år, samt havde givet deres skriftlige samtykke til at ville deltage i undersøgelsen.

Der blev anvendt forskellige kvalitetskriterier for de enkelte tværsnitsundersøgelser. En dag med valide tekniske målinger blev defineret som havende enten:

1. accelerometre målinger af en varighed på ≥ 4 timer eller $\geq 75\%$ af en estimeret gennemsnitlig arbejdsdag og fritid (tværsnitsundersøgelse 1)
2. accelerometre målinger af en varighed op ≥ 4 timer eller $\geq 75\%$ af en estimeret gennemsnitlig fritid (tværsnitsundersøgelse 2) eller
3. pulsmålinger af en varighed på ≥ 4 timer eller $\geq 75\%$ af en estimeret gennemsnitlig arbejdsdag og accelerometre målinger af en varighed på ≥ 4 timer eller $\geq 75\%$ af en estimeret gennemsnitlig fritid (tværsnitsundersøgelse 3).

Eksklusion fra målinger

Deltagere blev ekskluderet fra alle målingerne, hvis de var gravide eller havde feber på testdagen. Ved plasterallergi blev deltagerne ekskluderet fra accelerometre- og pulsmålingerne.

Dataindsamling

Dataindsamling i DPhacto-kohorten blev udført på arbejdspladserne i arbejdstiden med løbende opstart og afslutning på de enkelte virksomheder. Alle målinger blev udført af uddannet forsknings- og sundhedspersonale. Baselinemålinger bestod af et spørgeskema, test af fysisk kapacitet og helbred. Derudover blev medarbejderne bedt om at bære en accelerometre og en pulsmåler i 4-5 sammenhængende døgn, hvoraf mindst to var arbejdsdøgn. Dette muliggør tekniske målinger af fysisk aktivitet og stillesiddende adfærd på arbejde og i fritiden samt pulsbelastning under arbejde.

Spørgeskemadata og helbredsmålinger

Ved baseline udfyldte deltagerne et computerbaseret spørgeskema omhandlende alder, køn, rygning, skifteholdsarbejde, jobanciennitet samt indtag af receptpligtig medicin de seneste tre måneder. I forbindelse med udfyldelse af baselinespørgeskemaet blev alle deltagere tilbudt helbredsmålinger indeholdende: i) højde, målt opretstående uden sko (SECA model 213 1721009, Tyskland); ii) vægt og fedtprocent, målt uden sko og strømper på en bioimpedansvægt (Tanita BC418, U.S.A). Body Mass Index (BMI) blev beregnet som vægt/højde² (kg/m²). En 10 minutters submaksimal cykelergometer blev anvendt til at estimere deltagernes kondital. Undervejs i testen blev deltagernes puls målt med en pulsmåler (Åstrand & Ryhming, 1954) påsat fingerspidsen. I løbet af testen skulle deltagerne opnå $\geq 60\%$ af deres anslåede maxpuls og mindst 120 slag/min. Efterfølgende blev Åstrands nomogram (Åstrand & Ryhming, 1954) anvendt til bestemmelse af deltagernes maksimale til optagelse, hvorefter deltagernes estimerede kondital kunne beregnes.

Accelerometremålinger af kropstillinger og bevægelser

To accelerometre (Actigraph GT3X+) blev placeret midt på forsiden af låret og midt på den øvre del af ryggen. Deltagerne blev bedt om at bære accelerometrene 24 timer i døgnet i fire til seks døgn, indeholdende minimum to arbejdsdage og om muligt også to fridage. Deltagerne blev bedt om at notere tidspunkt for påbegyndelse og afslutning af arbejde og sovnetider i en dagbog. Deltagerne

blev ligeledes instrueret i at tage accelerometrene af ved hudirritation, og hvordan accelerometrene skulle genmonteres, hvis de faldt af. Efter endt måling blev accelerometre og dagbøger indsamlet på arbejdspladsen.

Rå data fra accelerometrene blev downloadet i det kommercielle software (ActiLife) og efterfølgende behandlet i et specielt udviklet software (Acti4) designet til estimering af fysisk aktivitet og stillesiddende adfærd (Skotte et al., 2014b). Estimeringen af fysisk aktivitet og kropssposition ved hjælp af Acti4 er efterprøvet både under kontrollerede forhold i laboratorie og under ikke kontrollerede forhold i felt. Acti4 har under begge forhold vist meget tilfredsstillende resultater på at kunne klassificere forskellige fysiske aktiviteter og kropsspositioner. Acti4 er således en valid metode til estimering af bevægelser (gang, løb, trappegang og cykling) og kropsspositioner (ligge, sidde og stå) (Skotte et al., 2014b; Stemland et al., 2015). Ved hjælp af accelerometremålingerne var det derfor muligt at kortlægge deltagernes fysiske aktiviteter og stillesiddende adfærd. Dagbogsregistreringerne blev anvendt til at inddele de målte døgn i arbejdstid, fritid og søvn.

Målinger af pulsbelastning

Pulsfrekvens under arbejde blev målt via en hjerterytmemåler (Actiheart), der blev placeret på deltagernes brystkasse. Actiheart måler det elektrokardiografiske signal, hvilket muliggør præcise målinger af hjerterytme (Kristiansen et al., 2011). Data fra Actiheart blev benyttet til at beregne deltagernes pulsbelastning, udregnet som forskellen mellem deltagernes hvilende og maximale hjerterytme (Søgaard et al., 1996). Pulsbelastning giver et valideret estimat for den relative arbejdsbelastning under arbejde og er tidligere benyttet ved målinger af arbejdskrav blandt arbejdere med fysisk krævende jobs (Eguchi et al., 2011; Ilmarinen, 1992). Den relative pulsbelastning under arbejde blev angivet som % (mellem hvileniveau og teoretisk maksimalt niveau). Derudover blev Actiheart data benyttet til at beregne deltagernes hvilepuls og hjerte-rytmevariabilitet i løbet af natten – en fysiologisk indikator for restitution.

Kompositionel data

Fysiske aktiviteter og stillesiddende adfærd i løbet af arbejdstiden er afhængige af hinanden i tid. Fx hvis en medarbejder bruger mere arbejdstid stillesiddende, må det nødvendigvis betyde, at vedkommende må bruge mindre arbejdstid på andre former for adfærd. For at tage hensyn til denne tidsafhængighed anbefales det at bruge en såkaldt "kompositionel data analyse" (*Compositional Data Analysis, CoDA*), hvilket blev gjort i dette projekt (Gupta et al., 2020b). Ved benyttelse af denne analysemetode, er første skridt at definere en komposition af tidsforbrug på arbejde. Efterfølgende bliver disse kompositioner log-transformeret for at kunne statistisk analysere sammenhængene mellem relativ arbejdstid på de udvalgte adfærd.

Statistiske analyser

Alle statistiske analyser var gennemført i enten SPSS statistical software (IBM Corporation, Version 22.0, Armonk, NY, USA) eller R statistical software (Versions 3.4.3. and 3.5.1). Analysemetoderne anvendt i de respektive forskningsspørgsmål er uddybet nedefor:

Spørgsmål 1: Er fysiske arbejdskrav tilrettelagt efter medarbejderes alder blandt medarbejdere inden for produktionsindustri og rengøring?

Analyse metode: Sammenhængen mellem fysisk aktivitet i arbejdstiden og alder blev beregnet ved brug af hierarkisk regression. Analysen blev justeret for køn, BMI, rygning, arbejdstid, total tid med løftearbejde samt antal kropsregioner med smerter. Fysisk aktivitet på arbejde blev beregnet som procentdel af arbejdstiden, hvorefter arbejdstiden blev opgjort i kategorierne lav og høj. Grænseværdier for lav og høj fysisk aktivitet i arbejdstiden blev sat til: >33% stående, >80% i bevægelse og >25% gående.

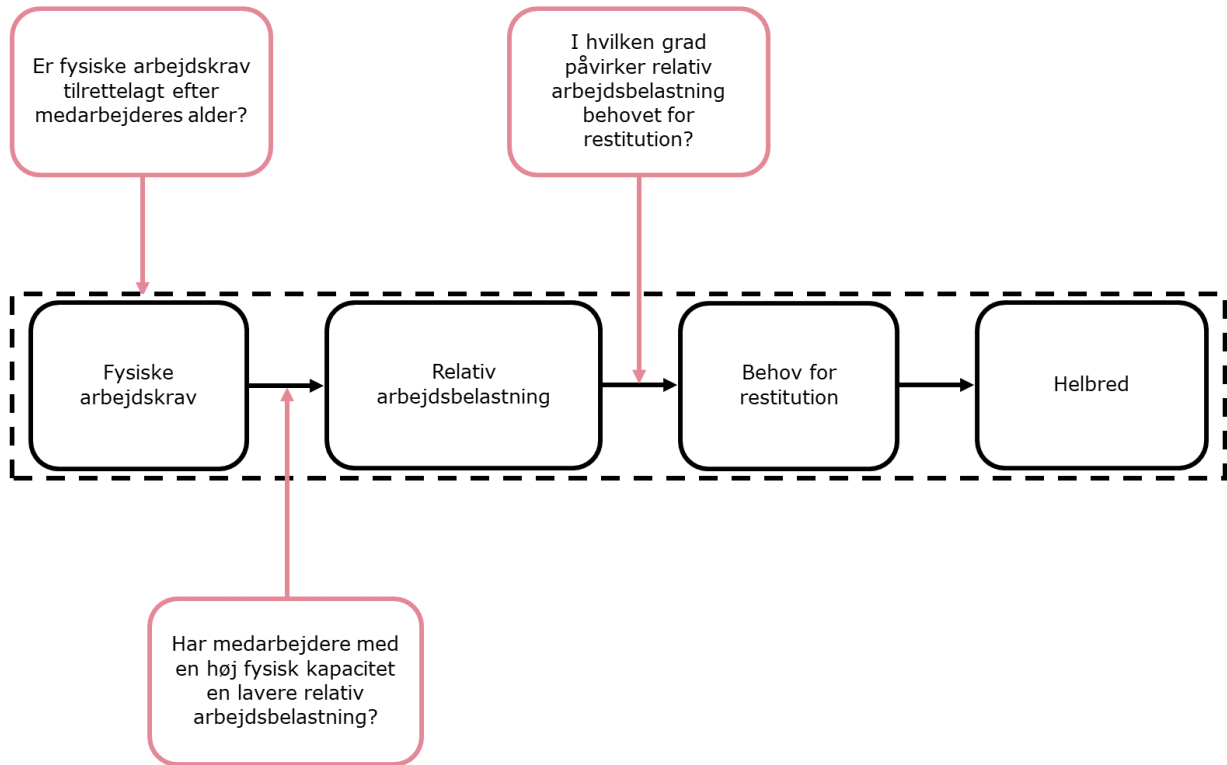
Spørgsmål 2: Har medarbejdere med en høj fysisk kapacitet en lavere relativ arbejdsbelastning baseret på tekniske målinger under reelt arbejde?

Analyse metode: Vi valgte at definere *pulsbelastningen* som en komposition bestående af to komponenter; arbejdstid (ca. 8 timer) og pulsbelastning (>30% eller <30%). Kompositionen blev log-transformeret for at muliggøre undersøgelse af sammenhængen mellem relativ arbejdstid (hhv. pulsbelastning >30% og pulsbelastning <30%) og fysisk kapacitet vha. lineær regression. Alder, køn, selv vurderet helbred, skifteholdsarbejde, brug af receptpligtig medicin samt beskæftigelse blev inkluderet som konfundere. Sammenhængen blev ydermere opdelt i aldersgrupper, beskæftigelse og anslået aktivitetsintensitet (defineret som antal skridt per minut).

Spørgsmål 3: I hvilken grad påvirker relative arbejdsbelastning behovet for restitution ved fysisk betonet arbejde?

Analyse metode: Analysen var gennemført per døgn ved brug af en *multi-level growth model* med en tilfældig *intercept* og inklination, hvilket medførte til flere målinger for hver deltager. Derudover var en ustruktureret *covariance structure* anvendt. Modellerne blev justeret for alder, køn, BMI, alcohol forbrug, rygning, og nuværende beskæftigelse, mens sammenhængen mellem pulsbelastning på arbejde og puls variation i løbet af natten (en proxy mål for restitution). Denne sammenhæng blev undersøgt for både det ugelige gennemsnit (*mellem medarbejderne*) og forskellen mellem gennemsnittelig værdien og ugeligt gennemsnittet (*forskel for den samme medarbejder fra dag til dag*).

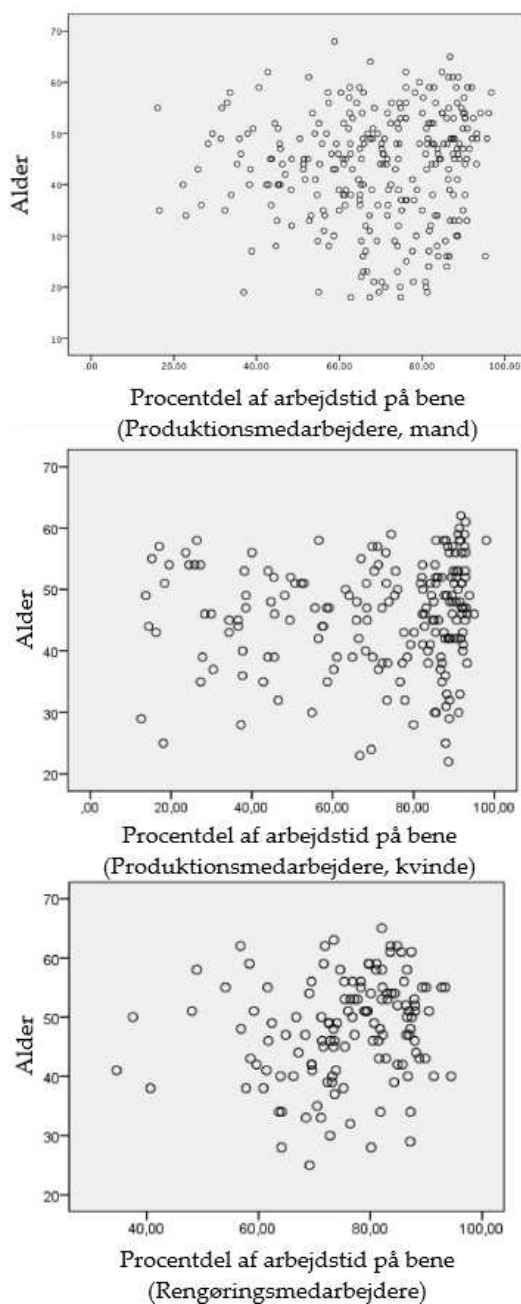
Figur 2. Forsknings spørgsmål 1, 2 & 3, i forhold til forståelsesmodellen.



Resultater

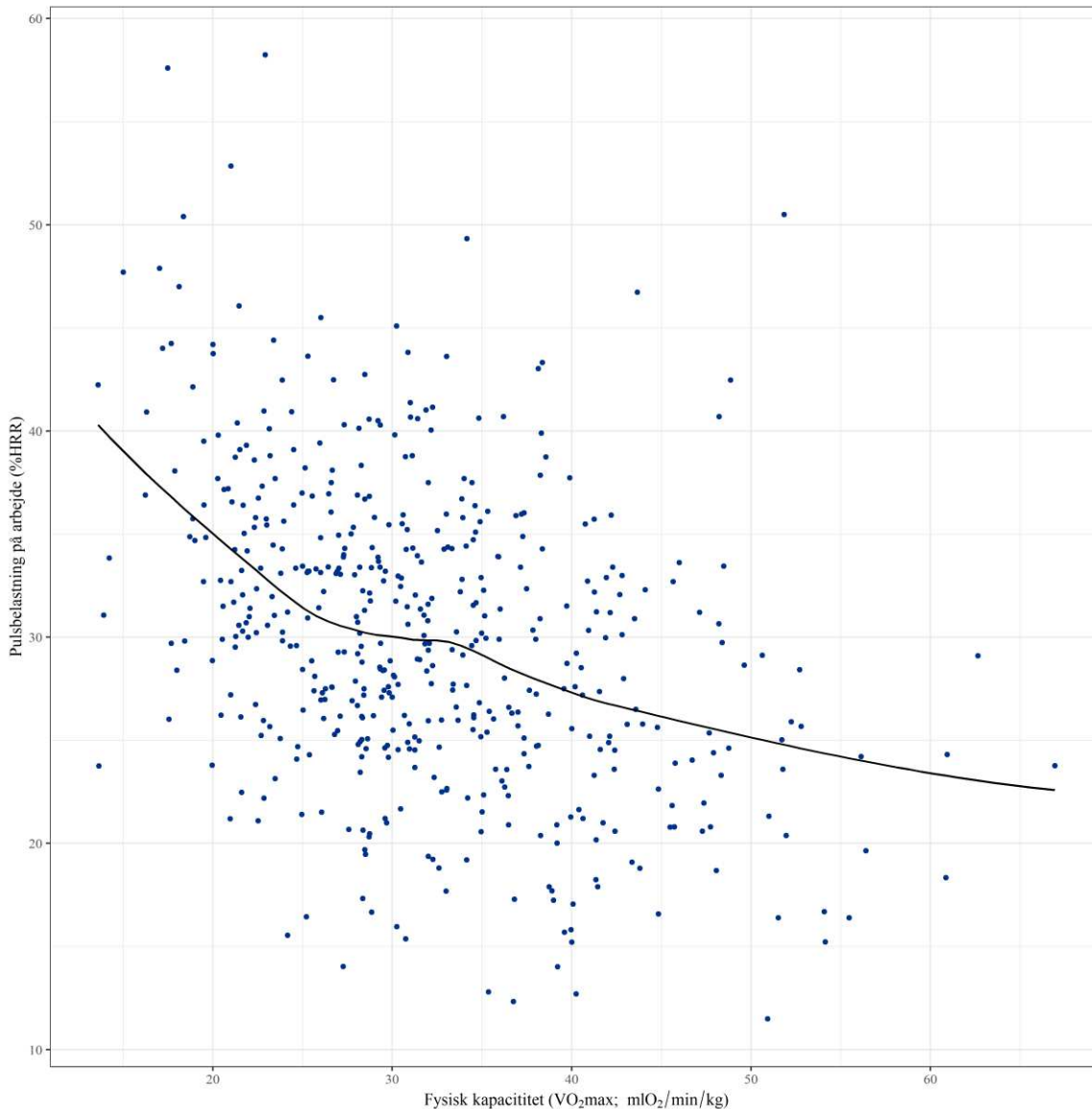
Vort første vigtige resultat var, at vi ikke fandt nogen forskel i teknisk målt fysiske arbejdskrav (fx hvor meget tid brugt gående eller stående i arbejde) mellem de yngste, mellemste og ældste medarbejdergrupper i industrien og rengøring. For eksempel, kan der ses i figur 3 under at punkterne er spredt over hel aldersspektrum. Det betyder at der var ingen forskel i arbejdstid på bene på grund af alderen (Oakman et al. 2019).

Figur 3. Arbejdstid på bene som procent del af arbejdstiden (vandret) og alder (lodret). Hvert punkt repræsenterer en medarbejder. Tydeligvis er punkterne spredt ud over helt aldersspektrum og afspejler ingen forskel i arbejdstid på bene mellem forskellige aldersgrupper – tilpassede fra Oakman et al. 2019.



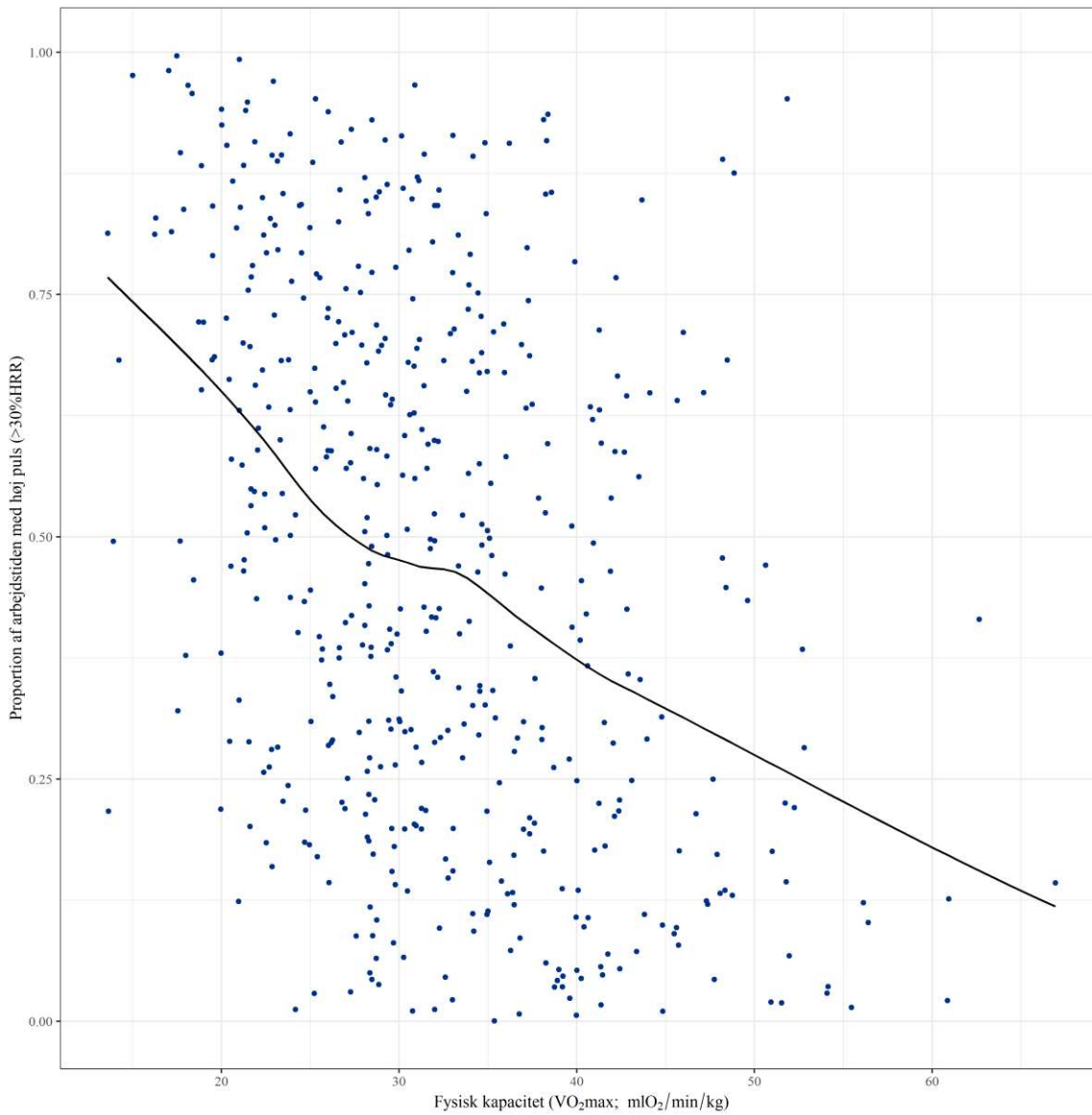
Yderligere, viste vores resultater at en bedre fysisk kapacitet hang sammen med en nedsat pulsbelastning under arbejde, uanset alder (Stevens et al., 2021). Viste i figur 4 herunder, kan der ses tydeligvis at pulsbelastning på arbejde falder når fysisk kapacitet stiger (Følge den sort linje fra venstre til højre). Punkterne repræsenterer hver medarbejder.

Figur 4. Sammenhængen mellem pulsbelastning på arbejde (lodret) og fysisk kapacitet (vandret). Den sorte linje indikere retningen af sammenhængen, som tydelig viser at pulsbelastning på arbejde (*den relativ arbejdsbelastning*) falder når fysisk kapacitet stiger. De blå punkter indikere hver deltager – figuren er tilpasset fra (Stevens et al., 2021).



Derudover, var arbejdstiden med pulsbelastning over 30% af den mulig pulsbelastning (beregnet for hver medarbejder) mindre hvis man havde en bedre fysisk kapacitet (Stevens et al., 2021). Hvis man følger den sorte linje i figur 5 under, kan der ses at procentdel af arbejdstiden med høj pulsbelastning (>30%) falder markant når fysisk kapacitet stiger.

Figur 5. Proportion af arbejdstiden med en høj puls (lodret), med hensyn til fysisk kapacitet (vandret). Den sorte linje indikere retningen af forholdet, som tydelig viser at arbejdstiden med høj pulsbelastning (*den relativ arbejdsbelastning*) falder når fysisk kapacitet stiger. De blå punkter indikere hver deltager - figuren er tilpasset fra (Stevens et al., 2021).



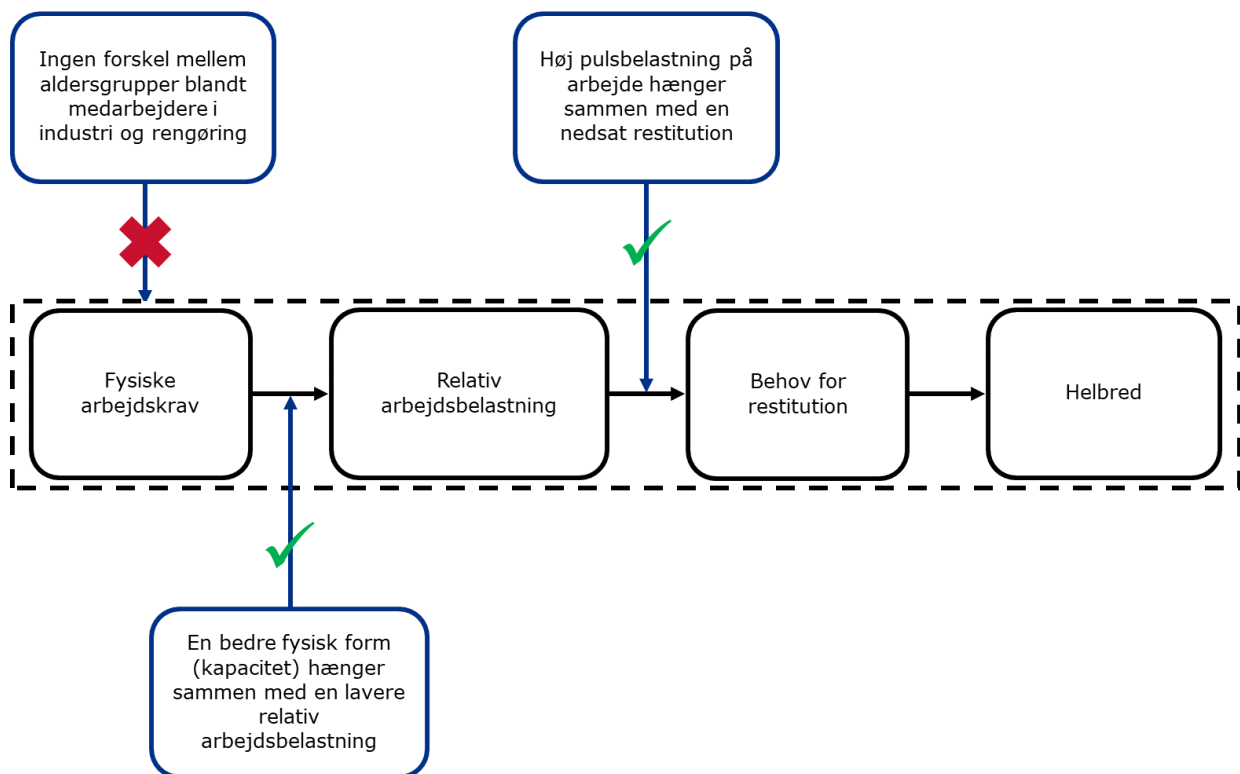
Til sidste, viste vores resultater blandt 878 medarbejdere primært fra produktionsindustri og rengøring, at en højere pulsbelastning på arbejde hang sammen med restitution i løbet af natten (Korshøj et al., 2021). Det vil sige at en høj pulsbelastning på arbejde medførte til dårligere restitution i løbet af natten.

Diskussion

Vort projekt tog udgangs punkt i at manglende fysisk og/eller mental hvile efter fysisk arbejde - udgør en betydelig barriere for et langt og godt arbejdsliv for medarbejdere i fysisk betonede jobs. Særligt medarbejdere med lavere fysiske kapacitet er i risiko for utilstrækkelig restitution efter fysisk arbejde. En reduktion af fysisk kapacitet kan medføre en dobbeltsidig udfordring for medarbejdere i fysiske jobs. Dette skyldes, at belastningen på kroppen fra et fysisk arbejde er relativ – det vil sige, at en given fysisk arbejdsopgave er "relativt set" hårdere for kroppen for en medarbejder med lav fysisk kapacitet, end for en medarbejder med høj fysisk kapacitet (den relative arbejdsbelastning). Derudover vil medarbejdere med lav fysisk kapacitet have en reduceret evne til at restituere fra et fysisk arbejde, og dermed behøve længere tid til dette. Resultaterne i forhold til vores forståelsesmodel er fremlagt i figur 6 – vi fandt:

- 1) ingen forskel mellem aldersgrupper i forhold til fysiske arbejdskrav blandt medarbejdere i industri og rengøring,
- 2) at en bedre fysisk kapacitet hænger sammen med en lavere pulsbelastning på arbejde
- 3) høj pulsbelastning på arbejde hænger sammen med en nedsat restitution

Figur 6. De hovedsagelige resultater fra projektet i forhold til forståelsesmodellen af sammenhængen mellem fysiske arbejdskrav, relative arbejdsbelastning og restitution.



Perspektiv for arbejdsmiljøet

Vi finder at særligt medarbejdere med lavere fysisk kapacitet har en højere relativ arbejdsbelastning og større behov for restitution. Vi vil derfor anbefale at afprøve implementeringsmuligheder og effekter af at:

- 1) Organisere og tilrettelægge fysisk betonet arbejde så særligt medarbejdere med lavere fysisk kapacitet, får flere muligheder for hvile (fx ved at få allokeret mindre fysisk krævende arbejdsopgaver) henover arbejdsdagen.
- 2) Ved at implementere tiltag for at minimere reduktion af fysisk kapacitet ved øget alder. Dette kan både være gennem fysisk træning på arbejdspladsen, eller gennem tilrettelæggelse af fysiske arbejdsopgaver (fx med højere puls såsom hurtig gang) i arbejdet der kan give en forbedring af fysisk kapacitet

Væsentlige styrker og svagheder ved projektet

En væsentlig styrke ved projektet er, at fysiske arbejdskrav, relativ arbejdsbelastning samt restitution blev målt via tekniske målinger i stedet for spørgeskemabaseret information, der er kendt for at være upræcis og med høj risiko for selvrapporterings-bias (Barrero et al. 2009; Colley et al. 2018; Sabia et al. 2014). Yderligere har vores forskning vist, at selvrapporteret restitution hænger ikke praktisk-set sammen med teknisk målt fysiske arbejdskrav (Stevens et al. 2020). Ligeledes var de tekniske målinger af pulsbelastning en styrke, da dette gav indblik i medarbejdernes relative pulsbelastning under arbejde og deres restitution i løbet af natten henover flere døgn. De tekniske målinger bidrog til et detaljeret indblik i medarbejdernes fysiske adfærd. Dét, at vi havde tekniske målinger henover flere sammenhængende døgn, gjorde det muligt at undersøge dag-til-dag forholdet mellem den relative arbejdsbelastning og restitution. Endeligt var det en styrke, at deltagerne inkluderet i nærværende projekt var homogene ift. socialklasse, men var rekrutteret fra forskellige jobgrupper med fysisk krævende arbejde. Dette adskiller sig fra tidligere studier, der kun har inddraget enkelte jobgrupper - oftest med lave fysiske arbejdskrav (Gay et al. 2017; Jaka et al. 2015; Kirk & Rhodes 2011; Kurita et al. 2019).

En vigtig begrænsning ved projektet var tværsnitdesignet, hvilket forhindrer konklusioner om kausaliteten i de estimerede sammenhænge. Dette burde være taget i betragtning i anvendelsen af vores resultater. Det kunne skyldes til en "Healthy Worker Effect", hvor personer som kunne ikke blive med de fysiske arbejdskrav af arbejdet falder fra, finder et andet job, ellers vælger ikke at deltage i vores målinger.

Fremtidens forskning

Teoretiske modeller som Person-Environment Fit modellen, foreslår et samspil mellem et individ og deres arbejdsmiljø samt at holdninger og opførelse ikke stammer fra individet alene men også fra deres arbejdsmiljø (Caplan 1987). Dette samspil er vigtigt for fastholdelse på jobbet (Oakman & Wells 2016). Med hensyn til vores resultater om medarbejdere i fysisk betonede jobs, deres relative arbejdsbelastning og fysisk kapacitet ville man efter PEF modellen sige at samspillet er ikke i balance blandt disse arbejdsgrupper. På nuværende tidspunkt er der dog hverken retningslinjer eller viden om, hvordan fysiske arbejdskrav bør tilpasses for at kunne opnå dette formål (Oakman et al. 2019). Der er altså et stort behov for yderligere information om dette samspil. Derudover, er vores

resultater baseret på et relativt lille antal medarbejdere og fremover skal vi indsamle tekniske målinger af fysiske arbejdskrav, fysisk kapacitet, relativ arbejdsbelastning på en større skala i en række jobs, fordi flere deltagere giver mere sikkerhed i resultaterne (Bergman & Hagströmer, 2020).

Forskning skal fremover fokusere på, i hvilket omfang fysisk kapacitet, den relativ arbejdsbelastning og alder har betydning for sammenhængen mellem arbejdsmiljø og helbred ved etablering af forløbsundersøgelser (Andersen et al., 2021b). Vi skal forsætte med at skubbe grænserne i forhold til, hvad der er muligt at implementere i det danske arbejdsmiljø for at fremme sundhed via udvikling og evaluering af arbejdspladsinterventioner for at afprøve tilrettelæggelse af fysisk betonet arbejde og implementere tiltag for at minimere reduktion af fysisk kapacitet (Holtermann et al., 2019; Lerche et al., 2020; Straker et al., 2017).

Efterskrift

Projektet blev gennemført med støtte fra Arbejdsmiljøforskningsfonen samt sparring fra følgegruppe og referencegruppe. Tak til alle deltagere, deltagende virksomheder, bidragsydere, samarbejdspartnere og kolleger, der har gjort dette projekt muligt at gennemføre.

Referencer

1. Andersen LL, Pedersen J, Sundstrup E, Thorsen SV, Rugulies R. High physical work demands have worse consequences for older workers: prospective study of long-term sickness absence among 69 117 employees. 2021a:oemed-2020-107281. 10.1136/oemed-2020-107281 %J Occupational and Environmental Medicine
2. Andersen LL, Thorsen SV, Flyvholm MA, Holtermann A. Long-term sickness absence from combined factors related to physical work demands: prospective cohort study. *Eur J Public Health* 2018;28(5):824-829. 10.1093/eurpub/cky073
3. Andersen LL, Vinstrup J, Sundstrup E, Skovlund SV, Villadsen E, Thorsen SVJSJoW, Environment, Health. Combined ergonomic exposures and development of musculoskeletal pain in the general working population: A prospective cohort study. 2021b;(4):287-295. 10.5271/sjweh.3954
4. Barrero, L. H., Katz, J. N., Perry, M. J., Krishnan, R., Ware, J. H., & Dennerlein, J. T. (2009). Work pattern causes bias in self-reported activity duration: a randomised study of mechanisms and implications for exposure assessment and epidemiology. *Occupational and Environmental Medicine*, 66(1), 38-44. doi:10.1136/oem.2007.037291
5. Bergman P, Hagströmer M. No one accelerometer-based physical activity data collection protocol can fit all research questions. *BMC Med Res Methodol* 2020;20(1):141. 10.1186/s12874-020-01026-7
6. Beskæftigelsesministeriet. Ny ret til tidlig pension - værdig tilbagetrækning for alle. 2020.
7. Caplan, RD. Person-environment fit theory and organizations: commensurate dimensions, time perspectives, and mechanisms. *J Voc Behav* 31(3):248-267.
8. Coenen P, Huysmans MA, Holtermann A, Krause N, van Mechelen W, Straker LM, van der Beek AJ. Do highly physically active workers die early? A systematic review with meta-analysis of data from 193 696 participants. *Br J Sports Med* 2018;52(20):1320-1326. 10.1136/bjsports-2017-098540
9. Colley, R. C., Butler, G., Garriguet, D., Prince, S. P., & Roberts, K. C. (2018). Comparison of self-reported and accelerometer-measured physical activity in Canadian adults. *Health Reports*, 29(12), 3-15.
10. de Croon EM, Sluiter JK, Frings-Dresen MH. Need for recovery after work predicts sickness absence: a 2-year prospective cohort study in truck drivers. *J Psychosom Res* 2003;55(4):331-339. 10.1016/s0022-3999(02)00630-x
11. Dewa CS, Nieuwenhuijsen K, Sluiter JK. How Does the Presence of High Need for Recovery Affect the Association Between Perceived High Chronic Exposure to Stressful Work Demands and Work Productivity Loss? *J Occup Environ Med* 2016;58(6):617-622. 10.1097/jom.0000000000000723
12. Eguchi Y, Kawanami S, Horie S, Yamato H. Assessments by HR and %HRR of Occupational Work Exertion for Alternating Periods of Rest and Manual Labor. *Journal of Occupational Health* 2011;53(5):343-349. 10.1539/joh.11-0048-OA
13. Gay, J. L., Buchner, D. M., Smith, J., & He, C. (2017). An examination of compensation effects in accelerometer-measured occupational and non-occupational physical activity. *Preventive Medicine Reports*, 8(Supplement C), 55-59. doi:10.1016/j.pmedr.2017.07.013

14. Goffeng EM, Nordby K-C, Tarvainen MP, JÄRvelin-Pasanen S, Wagstaff A, Goffeng LO, Bugge M, Skare Ø, Sigstad Lie J-A. Fluctuations in heart rate variability of health care workers during four consecutive extended work shifts and recovery during rest and sleep. *Industrial Health* 2018;56(2):122-131. 10.2486/indhealth.2017-0100
15. Gommans FG, Jansen NW, Stynen D, de Grip A, Kant I. Need for recovery across work careers: the impact of work, health and personal characteristics. *Int Arch Occup Environ Health* 2015;88(3):281-295. 10.1007/s00420-014-0956-3
16. Gupta N, Dencker-Larsen S, Lund Rasmussen C, McGregor D, Rasmussen CDN, Thorsen SV, Jørgensen MB, Chastin S, Holtermann A. The physical activity paradox revisited: a prospective study on compositional accelerometer data and long-term sickness absence. *The international journal of behavioral nutrition and physical activity* 2020a;17(1):93-93. 10.1186/s12966-020-00988-7
17. Gupta N, Rasmussen CL, Holtermann A, Mathiassen SE. Time-Based Data in Occupational Studies: The Whys, the Hows, and Some Remaining Challenges in Compositional Data Analysis (CoDA). *Annals of Work Exposures and Health* 2020b. 10.1093/annweh/wxaa056
18. Hartig T. Restorative Environments. I: Spielberger CD (Red.) *Encyclopedia of Applied Psychology*. New York: Elsevier, 2004. s. 273-279.
19. Hodgson JL, Buskirk ER. Physical Fitness and Age, with Emphasis on Cardiovascular Function in the Elderly†. 1977;25(9):385-392. 10.1111/j.1532-5415.1977.tb00671.x
20. Holtermann, A, Coenen P, Krause, N. The paradoxical health effects of occupational versus leisure-time physical activity. In: Theorell T, editor. *Handbook of Socioeconomic Determinants of Occupational Health: From macro-level to micro-level evidence*. Cham: Springer International Publishing; 2020. p. 241-267.
21. Holtermann A, Mathiassen SE, Straker L. Promoting health and physical capacity during productive work: the Goldilocks Principle. *Scand J Work Environ Health* 2019;45(1):90-97. 10.5271/sjweh.3754
22. Ilmarinen J. Job design for the aged with regard to decline in their maximal aerobic capacity: Part I – Guidelines for the practitioner. *International Journal of Industrial Ergonomics* 1992;10(1-2):53-63. 10.1016/0169-8141(92)90048-5
23. Jaka, M. M., Haapala, J. L., Wolfson, J., & French, S. A. (2015). Describing the relationship between occupational and non-occupational physical activity using objective measurement. *Preventive Medicine Reports*, 2, 213-217. doi:10.1016/j.pmedr.2015.03.003
24. Jørgensen MB, Gupta N, Korshøj M, Lagersted-Olsen J, Villumsen M, Mortensen OS, Skotte J, Søgaard K, Madeleine P, Samani A, Ørberg A, Rasmussen CL, Holtermann A. The DPhacto cohort: An overview of technically measured physical activity at work and leisure in blue-collar sectors for practitioners and researchers. *Applied Ergonomics* 2019;77:29-39. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2019.01.003>
25. Jørgensen MB, Korshøj M, Lagersted-Olsen J, Villumsen M, Mortensen OS, Skotte J, Søgaard K, Madeleine P, Thomsen BL, Holtermann A. Physical activities at work and risk of musculoskeletal pain and its consequences: protocol for a study with objective field measures among blue-collar workers. *BMC musculoskeletal disorders* 2013;14:213. 10.1186/1471-2474-14-213
26. Kiss P, De Meester M, Braeckman L. Differences between younger and older workers in the need for recovery after work. *Int Arch Occup Environ Health* 2008;81(3):311-320. 10.1007/s00420-007-0215-y

27. Kirk, M. A., & Rhodes, R. E. (2011). Occupation correlates of adults' participation in leisure-time physical activity: a systematic review. *American Journal of Preventive Medicine*, 40(4), 476-485. doi:10.1016/j.amepre.2010.12.015
28. Klabunde R. *Cardiovascular Physiology Concepts*. Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins, 2011.
29. Korshøj M, Lidegaard M, Skotte JH, Krustrup P, Krause N, Søgaard K, Holtermann A. Does aerobic exercise improve or impair cardiorespiratory fitness and health among cleaners? A cluster randomized controlled trial. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health* 2015;(2):140-152. 10.5271/sjweh.3475
30. Korshøj M, Lund Rasmussen C, de Oliveira Sato T, Holtermann A, Hallman D. Heart rate during work and heart rate variability during the following night: a day-by-day investigation on the physical activity paradox among blue-collar workers. *Scand J Work Environ Health* 2021. 10.5271/sjweh.3965
31. Kristiansen J, Korshøj M, Skotte JH, Jespersen T, Søgaard K, Mortensen OS, Holtermann A. Comparison of two systems for long-term heart rate variability monitoring in free-living conditions--a pilot study. *Biomedical Engineering Online* 2011;10:27. 10.1186/1475-925X-10-27
32. Kurita, S., Shibata, A., Ishii, K., Koohsari, M. J., Owen, N., & Oka, K. (2019). Patterns of objectively assessed sedentary time and physical activity among Japanese workers: a cross-sectional observational study. *BMJ Open*, 9(2). doi:10.1136/bmjopen-2018-021690
33. Lahelma E, Laaksonen M, Lallukka T, Martikainen P, Pietiläinen O, Saastamoinen P, Gould R, Rahkonen O. Working conditions as risk factors for disability retirement: a longitudinal register linkage study. *BMC Public Health* 2012;12(1):309. 10.1186/1471-2458-12-309
34. Lerche AF, Vilhelmsen M, Schmidt KG, Kildedal R, Launbo N, Munch PK, Lidegaard M, Jacobsen SS, Rasmussen CL, Mathiassen SE, Straker L, Holtermann A. Can Childcare Work Be Designed to Promote High Intensity Physical Activity for Improved Fitness and Health? A Proof of Concept Study of the Goldilocks Principle. *Int J Environ Res Public Health* 2020;17(20). 10.3390/ijerph17207419
35. Mohren DC, Jansen NW, Kant I. Need for recovery from work in relation to age: a prospective cohort study. *Int Arch Occup Environ Health* 2010;83(5):553-561. 10.1007/s00420-009-0491-9
36. Norheim KL, Samani A, Bønløkke JH, Omland Ø, Madeleine P. Physical performances show conflicting associations in aged manual workers. *Sci Rep* 2020;10(1):2254. 10.1038/s41598-020-59050-y
37. NOSOSCO. *Nordic Welfare States, challenged by ageing and immigration?* 2018.
38. Oakman J, Wells YD. Working longer: What is the relationship between person-environment fit and retirement intentions? *Asia Pac J Hum Resour* 54(2):207-229. <https://doi.org/10.1111/1744-7941.12075>.
39. Oakman J, Clays E, Jørgensen MB, Holtermann A. Are occupational physical activities tailored to the age of cleaners and manufacturing workers? *International Archives of Occupational and Environmental Health* 2019;92(2):185-193. 10.1007/s00420-018-1364-x
40. OECD. *Pensions at a Glance 2019: OECD and G20 Indicators*. OECD Publishers, Paris 2019. <https://doi.org/10.1787/b6d3dcfc-en>.
41. Sabia, S., Hees, V. T. v., Shipley, M. J., Trenell, M. I., Hagger-Johnson, G., Elbaz, A., . . . Singh-Manoux, A. (2014). Association Between Questionnaire- and Accelerometer-

- Assessed Physical Activity: The Role of Sociodemographic Factors. *American Journal of Epidemiology*, 179(6), 781-790. doi:10.1093/aje/kwt330.
42. Skotte J, Korshøj M, Kristiansen J, Hanisch C, Holtermann A. Detection of physical activity types using triaxial accelerometers. *J Phys Act Health* 2014;11(1):76-84. 10.1123/jpah.2011-0347
 43. Sluiter JK, de Croon EM, Meijman TF, Frings-Dresen MHW. Need for recovery from work related fatigue and its role in the development and prediction of subjective health complaints. *Occupational and Environmental Medicine* 2003;60 Suppl 1(Suppl 1):i62-i70. 10.1136/oem.60.suppl_1.i62
 44. Stemland I, Ingebrigtsen J, Christiansen CS, Jensen BR, Hanisch C, Skotte J, Holtermann A. Validity of the Acti4 method for detection of physical activity types in free-living settings: comparison with video analysis. *Ergonomics* 2015;58(6):953-965. 10.1080/00140139.2014.998724
 45. Stevens ML, Crowley P, Garde AH, Mortensen OS, Nygård CH, Holtermann A. Validation of a Short-Form Version of the Danish Need for Recovery Scale against the Full Scale. *Int J Environ Res Public Health* 2019;16(13). 10.3390/ijerph16132334
 46. Stevens ML, Crowley P, Holtermann A, Mortensen OS, Korshøj M. Cardiorespiratory fitness, occupational aerobic workload and age: workplace measurements among blue-collar workers. *Int Arch Occup Environ Health* 2021;94(3):503-513. 10.1007/s00420-020-01596-5
 47. Stevens ML, Crowley P, Rasmussen CL, Hallman DM, Mortensen OS, Nygård CH, Holtermann A. Accelerometer-Measured Physical Activity at Work and Need for Recovery: A Compositional Analysis of Cross-sectional Data. *Ann Work Expo Health* 2020;64(2):138-151. 10.1093/annweh/wxz095
 48. Straker L, Mathiassen SE, Holtermann A. The 'Goldilocks Principle': designing physical activity at work to be 'just right' for promoting health. *British Journal of Sports Medicine* 2017. 10.1136/bjsports-2017-097765
 49. Søgaard K, Fallentin N, Nielsen J. Work load during floor cleaning. The effect of cleaning methods and work technique. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology* 1996;73(1-2):73-81.
 50. van Amelsvoort LG, Kant IJ, Bültmann U, Swaen GM. Need for recovery after work and the subsequent risk of cardiovascular disease in a working population. *Occup Environ Med* 2003;60 Suppl 1(Suppl 1):i83-87. 10.1136/oem.60.suppl_1.i83
 51. Van Veldhoven MJ. Need for recovery after work: An overview of construct, measurement and research. 2008.
 52. Åstrand P-O, Ryhming I. A nomogram for calculation of aerobic capacity (physical fitness) from pulse rate during submaximal work. *Journal of applied physiology* 1954;7(2):218-221.