
Påvirker løftearbejde døgnblodtrykket?

PROJEKT NUMMER 16-2020-9
AFSLUTNINGSRAPPORT TIL ARBEJDSMILJØFORSKNINGSFONDEN
November 2022



Mette Korshøj, seniorforsker, Ph.d.

Arbejds- og Socialmedicinsk Afdeling
Holbæk Sygehus
Gl. Ringstedvej 4B
4300 Holbæk

INDHOLDSFORTEGNELSE

Indholdsfortegnelse	2
Dansk resume	3
Engelsk resume	4
Projektets formål, metode og udførelse.....	5
Formål	5
Metode og udførelse.....	5
Figur 1. Projektets tidsforløb.....	6
Figur 2. Protokol for dataindsamlingen i projektet.	6
Infomøde	6
Sundhedstjek	7
Objektive målinger.....	7
Figur 3. Spacelabs døgnblodtryksmåler.....	7
Figur 4. Påsat Actiheart.....	8
Figur 5. Axivity.....	9
Indfrielse af formål og hensigt	10
Resultater.....	10
Figur 6. Flow-skema over rekruttering og inklusion af deltagere i projektet.....	11
Tabel 1. Deskriptiv information på deltagerne i projektet, N=60.	12
Figur 7. Gennemsnitlig døgnblodtryk med og uden løftearbejde.....	13
Figur 8. Siddende, gående og stående arbejde på dage med og uden løftearbejde.	17
Figur 9. Sammenhængen mellem pulsbelastning under arbejde og total løftebyrde. Det ses at hældningen, β , på kurven er klart positiv. Hver prik repræsenterer en deltager med dennes samlede løftebyrde i løbet af en arbejdsdag på x-aksen og dennes relative pulsbelastning (belastning af hjertekarsystemet) på y-aksen.	19
Figur 10. Sammenhængen mellem systolisk blodtryk under arbejde og total løftebyrde. Der findes svag positiv hældning af kurven sv.t., jo mere samlet vægt en forsøgsperson har løftet i løbet af en arbejdsdag, jo højere systolisk blodtryk har denne.	19
Figur 11. Sammenhængen mellem diastolisk blodtryk under arbejde og total løftebyrde. Der findes svag positiv hældning af kurven.	20
Erfaringer og konklusioner fra projektet	21
Perspektivering – bidrag til arbejdsmiljø	22
Publikationer og produkter fra projektet	23
Peer reviewede artikler.....	23
Posters til konferencer.....	23
Bevillinger til projektet	24
Bilag A – Spørgeskema.....	25
Bilag B – Dagbog til døgnmålinger	32

DANSK RESUME

Tidligere undersøgelser indikerer at fysisk aktivitet i arbejde, i modsætning til, fysisk aktivitet i fritid kan være skadelig for hjertekarsystemet, en forklaring på dette kan være at løftarbejde øger blodtryk henover længere perioder af arbejdsdagen og dermed bidrager til en øget risiko for forhøjet blodtryk. Dog har ingen tidligere undersøgt hvorvidt døgnblodtrykket påvirkes af løftarbejde. Derfor havde dette projekt til formål at undersøge om løftarbejde påvirker døgnblodtryk. Dette blev gennemført ved at måle blodtryk hvert 20. minut henover et døgn med og uden løftarbejde, i tillæg blev puls og fysisk aktivitet også målt. Resultaterne viste at blodtrykket, pulsbelastningen og den fysiske aktivitet var højere på arbejdsdage med løftarbejde end uden. I tillæg viste den anvendte metode for observation af løftebyrde og frekvens i felt at være gennemførlig, anvendelig og give pålidelige resultater. De 60 medarbejdere der deltog i projektet kom fra landbrug, farvehandel-, anlægsgartner-, køkken-, lager-, håndværker-, fabriks- og vaskeriindustrien i Region Sjælland. Dermed afspejler disse resultater en variation i forskellige fags eksponering for løftarbejde og fysisk aktivitet i arbejde samt hvordan dette påvirker blodtryk og pulsbelastning. Resultaterne fra projektet vil kunne bidrage til at skabe en øget opmærksomhed på fordeling af løftarbejde samt til forebyggelse af hjertekarsygdom og død heraf. Yderligere håber vi at kunne bidrage til en diskussion om, hvordan vi som samfund bedst beskytter de personer, der qua deres hårde fysiske arbejde, er i større helbredsrisici end andre.

ENGELSK RESUME

Recent studies indicate that physical activity at work, in contrast to physical activity in leisure time, hazardously effect the cardiovascular system, an explanation for this may be that occupational lifting increases blood pressure during prolonged periods of the working day and thus contributes to an increased risk of hypertension. However, none has previously investigated whether 24-hour blood pressure is acutely affected by occupational lifting. Therefore, the aim of this project was to investigate whether occupational lifting affects 24-hour blood pressure. This was carried out by measuring blood pressure every 20 minutes over a 24-hour period with and without occupational lifting, in addition were heart rate and physical activity also measured. The results showed that blood pressure, heart rate and physical activity were higher on working days with occupational lifting than without. In addition, the method used for field observation of load and frequency in occupatioal lifting, was evaluated as feasible, applicable and to produce reliable results. The 60 employees participating in the project came from agriculture, paint stores, landscaping, kitchen, warehouse, craftsman, factory and laundry industries in Region Zealand, Denmark. Thus, these results reflect a variation in different jobtitles' exposure to occupational lifting and physical activity at work and how this affects blood pressure and heart rate. The projects' results will contribute to creating an increased awareness of the distribution of occupational lifting as well as to the prevention of cardiovascular disease and death. Furthermore, we hope to contribute the discussion on how we as a society best protect those workers who, due to their hard physical work, are at greater health risk than others.

PROJEKTETS FORMÅL, METODE OG UDFØRELSE

Baggrunden for projektet er, at nyere undersøgelser finder, at hårdt fysisk arbejde, herunder tunge løft i arbejdstiden, øger risikoen for bl.a. hjertekarsygdom. Fysisk aktivitet i fritiden er derimod fundet at reducere denne risiko. Man mener, at en af årsagerne til, at løftarbejde kan øge risikoen for hjertekarsygdom, er, at det kan føre til gentaget og vedvarende forhøjet puls og blodtryk. Puls og blodtrykket kan forblive forhøjet henover døgn, særligt, hvis der ikke opnås tilstrækkelig restitution mellem arbejdsopgaverne med løftarbejde. Derfor mistænker man også, at løftarbejde med tiden kan føre til vedvarende forhøjet blodtryk, hvilket er en kendt risikofaktor for hjertekarsygdom og tidlig død.

I tidligere undersøgelser er den fysiske aktivitet under arbejde og i fritiden indsamlet ved hjælp af spørgeskema og dermed baseret på selvrapporterede data. Det er velkendt, at selvrapporterede data af fysisk aktivitet i arbejde og fritid ikke giver et præcist mål for den reelle udførte fysiske aktivitet. Dette betyder, at de eksisterende anbefalinger for forebyggelse af eksempelvis hjertekarsygdom kan være baseret på et unøjagtigt grundlag og derfor ikke er optimale. Der eksisterer i dag kun ganske få undersøgelser baseret på objektive målinger af løftarbejde med samtidig objektive/tekniske målinger af fysisk aktivitet og pulsbelastning (et mål for intensiteten af den fysiske aktivitet). For at opnå mere og bedre viden om sammenhængen mellem løftarbejde og risiko for hjertekarsygdom, er det derfor nødvendigt at gennemføre flere objektive målinger af løftarbejde under arbejde og i fritid, med samtidige målinger af pulsbelastning. En afdækning af sammenhængen mellem løftarbejde og relaterede fysiologiske parametre som puls og blodtryk, kan belyse om løftarbejde, ved eksempelvis at øge blodtrykket, er en medvirkende faktor til at øge den enkeltes persons risiko for at udvikle hjertekarsygdom. Denne viden vil i så fald på sigt kunne bruges i forebyggende øjemed.

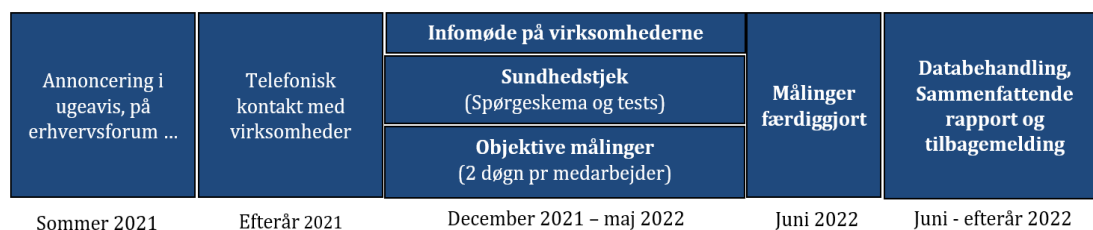
Formål

Formålet med dette projekt var at undersøge sammenhængen mellem løftarbejde og døgnblodtryk. Vi undersøgte, om der er forskel i blodtryk hos deltagerne henover et døgn på arbejdsdage med og uden løftarbejde, med en hypotese om et højere døgnblodtryk på arbejdsdage med løftarbejde, i forhold til arbejdsdage uden løftarbejde.

Metode og udførelse

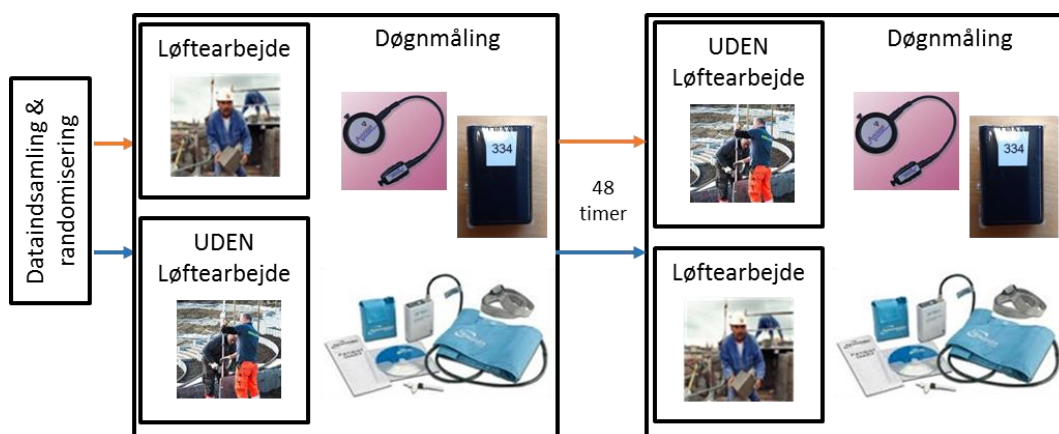
Seniorforsker Mette Korshøj fra Arbejds- og Socialmedicinsk Afdeling, Holbæk Sygehus har taget initiativ til projektet, som gennemføres i samarbejde med bl.a. VKST, de mange deltagende virksomheder. Projektet er gennemført ved hjælp af økonomisk støtte fra Region Sjællands Sundhedsfaglige Forskningsfond og Arbejds miljøforskningsfonden.

I **Figur 1** skildres tidsforløbet for hovedprojektet. Rekruttering af deltagere tog sin begyndelse i 2. halvår af 2021 ved bl.a. annoncering i ugeaviser, erhvervsfora, printede eksemplarer med projektbeskrivelser, som blev delt ud på relevante arbejdspladser mm. I efteråret 2021 blev der etableret telefonisk kontakt med virksomheder, der formodedes at have den profil og de ansatte, projektet søgte. Igennem det næste halve år, blev der afholdt infomøder, gennemført sundhedstjek og døgnmålinger på de virksomheder, som havde vist interesse.



Figur 1. Projektets tidsforløb.

Projektet er et cross-over studie. Deltagerne randomiseres til at påbegynde døgnmåling på enten en dag med eller uden løftearbejde, den gentagne døgnmåling påbegyndes mindst 48 timer efter afslutning af den første, og gennemføres på den modsatte eksponering. Hvis første døgnblodtryksmåling er på en dag med løftearbejde (løft af en samlet byrde på mindst ét ton) vil den anden døgnblodtryksmåling gennemføres på en dag uden løftearbejde (maksimal løftebyrde på 300 kg i løbet af hele arbejdsdagen) eller omvendt. De gentagne døgnmålinger på samme deltager giver en høj intern validitet af døgnblodtrykket, og da døgnmålingerne gennemføres under deltagernes almindelige arbejde sikres en høj ekstern validitet af eksponeringen.



Figur 2. Protokol for dataindsamlingen i projektet.

Infomøde

Til infomødet ville der være tilstedeværelse af en leder og de af ansatte, der ønskede at høre mere uddybende om projektets omfang, og hvad det indebar at deltage. Deltagerne havde efter infomødet minimum 24 timers betænkningstid inden en endelig tilslutning til projektet kunne etableres og en samtykkeerklæring underskrives. Til sundhedstjekkene blev det afklaret, om deltageren levede op til inklusionskriterierne, sammen med en vurdering af deltagernes sundhedsstatus og en samtale om muligheder for at ændre på disse, hvis deltageren udtrykte ønske om dette.

Inklusionskriterierne var: alder mellem 18-65 år, mindst 30 timers arbejde ugentligt (eller deltid med arbejdsdage af samme længde som andre ansatte), arbejdsopgaverne skulle indeholde løftearbejde samt mulighed for at undgå disse en enkelt måledag. Derudover ekskluderede

følgende fra deltagelse: graviditet, større skader i bevægeapparatet, i behandling for hjertekarsygdom og plasterallergi.

Sundhedstjek

Til sundhedstjekket fik deltagerne målt højde og vægt, hvorfra BMI kunne beregnes. De fik også målt fedtprocent og blodtryk. Derudover blev medarbejderne i et spørgeskema adspurgt om deres generelle helbred mm., bl.a. til brug ved eventuel eksklusion fra projektet (se bilag A). Sundhedstjekket blev gennemført i betalt arbejdstid på arbejdspladsen af en af forskerne fra projektet.

Objektive målinger

Udviklingen af teknikker til at måle fysisk aktivitet, kropsspositioner og relaterede fysiologiske parametre som puls og blodtryk har været store sidste mange år. Derfor er det nu muligt at lave målinger af ovenstående over flere dage under arbejde og i fritiden (monitoren er små, lette, ledningsløse, nogle tåler vand osv). For at kunne adskille døgnmålinger i kategorierne arbejde, fritid og søvn, blev deltagerene bedt om at udfylde en dagbog hvori de registrerede hvornår de stod op om morgenen, hvornår de mødte på arbejde, hvornår de havde fri og hvornår de gik i seng for at sove (se bilag B).

Døgnblodtryk, som automatisk måles vha. et bærbart blodtryksapparat med målinger hver 20. minut gennem et helt døgn, er et mere pålideligt mål for den enkeltes reelle blodtryk end konsultationsblodtryk, som er, når en evt. sundhedsfaglig person udfører en enkelt blodtryksmåling på en person med et håndholdt blodtryksapparat. Døgnblodtryk blev målt med Spacelabs (Spacelabs healthcare, Washington, U.S.A), en ambulatorisk blodtryksmåler der måler blodtryk ved ocillimetrisk metode. Spacelabs kan måle og lagre data i op til 48 timer og måle med 6 til 120 minutters interval. Målingsgrænserne for blodtryk er; systolisk 60-260 mmHg og diastolisk 30-200 mmHg, for pulsmålinger er grænseværdien 40-180 slag/min. Ved initialisering er det muligt at adskille måleperioden mht. målingsfrekvens. Det maksimale manchettryk der kan opnås er 270 mmHg. Spacelabs vejer 255 gram og dataopsamlingsboksen måler 2,5 x 10 x 7 cm, derudover påsættes en manchette på deltagers venstre overarm som forbindes til dataopsamlingsboksen med en gummiledning. Spacelabs kan ikke tåle vand og skal derfor fjernes i forbindelse med badning. Blodtryk blev målt hvert 20. minut gennem 2 x 24 timer, deltagerne blev instrueret i at tage Spacelabs af i forbindelse med bad og sætte den på igen efter bad.



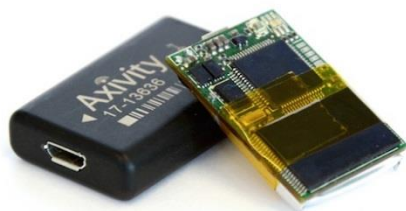
Figur 3. Spacelabs døgnblodtryksmåler.

Puls blev målt med Actiheart (Camntech, Cambridge, United Kingdom) (kombineret puls og unilateralt accelerometer) med tilhørende software. Actiheart fæstes til deltagerens brystkasse via Ag-Ag-Cl skumelektroder med gel (Delmar-Reynolds Holter/Stress). Actiheart er ledningsfri og vandfast og skal derfor ikke fjernes under badning. Inden påsætning af elektroder bliver huden sprittet af, for at fjerne fedt og øge elektrodeledningen (www.camntech.com). Actiheart monitoren vejer 10 gram og måler 18,8 cm i længden. Actiheart kan måle puls, uniaxial acceleration, HRV i optil 3 døgn samt elektrokardiogram amplitude i en begrænset tidsperiode (13,5 min.). Puls måles elektronisk med en sensitivitet på 0,250 mV. Slag/min. udregnes vha. interbeatintervaller (tidsinterval mellem R toppe i QRS komplekset) i anvendte intervallængde (15 sek.). Actiheart er i stand til at måle puls i intervallet mellem 31 og 250 slag/min. Deltagerne blev bedt om at bære Actiheart uafbrudt i de 2 x 24 timer.



Figur 4. Påsat Actiheart.

Til måling af fysisk aktivitet blev Axivity (Axivity, UK) anvendt. Axivity er et triaxialt accelerometer der kan måle kropsbevægelse, Axivity kan ligeledes estimere inklination og dermed kroppsposition samt antal skridt. Axivity er ledningsfri og vandfast og skal derfor ikke fjernes inden badning. Ved optagelse af rådata kan Axivity lagre data i op til 30 døgn. Axivity vejer 11 gram og måler 2,3 x 3,3 x 0,8 cm (<https://axivity.com/product/ax3>). Axivity fæstes på huden med dobbeltklæbende hudvenlig tape (toupetape, 3M), selve Axivity'en dækkes af et lag klæbende plaster (fixomull), der fikserer Axivity'en ind til huden, samt dækker for eventuelt træk og vrid. Inden påsætning renses huden med sprit. Axivity placeres, i dette projekt; i nakken (T1-T2), og på låret (medialt mellem crista illiaca og den øvre kant af patella samt medialt på den mest kødede del af quadriceps femoris). Deltagerne blev bedt om at bære Axivity uafbrudt i de 2 x 24 timer.



Figur 5. Axivity.

Observation af løftearbejde

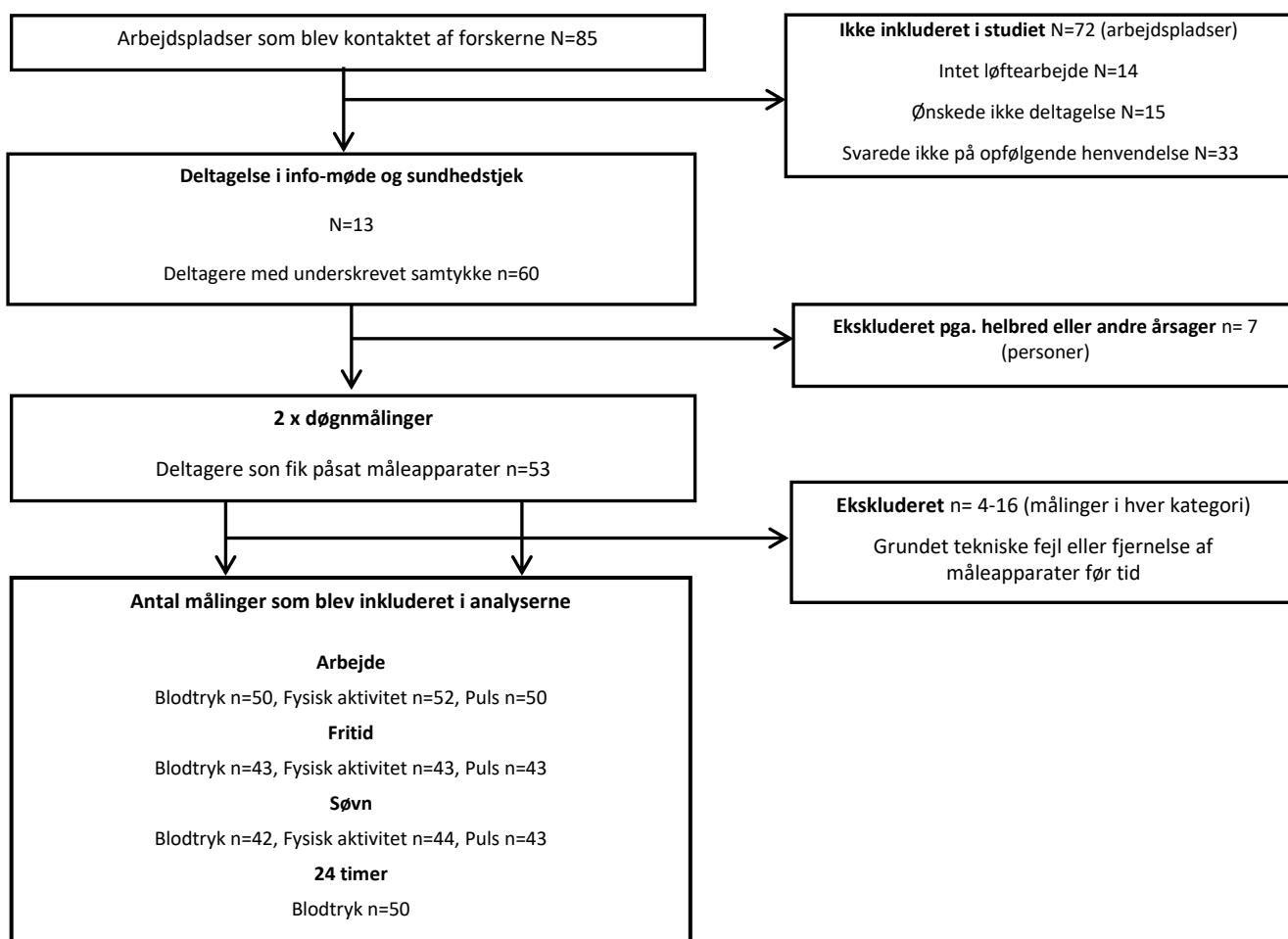
På de dage med løftearbejde hvor deltagerne også fik målt blodtryk, puls og fysisk aktivitet blev deres løftebyrde og frekvens af løft observeret af en af forskerne i projektet. Observationen foregik på deltagerens arbejdsplads i deltagerens normale arbejdstid. Observatøren fulgte deltageren rundt til alle arbejdsopgaver og standsede kun observationen i forbindelse med at deltageren holdt pause eller var på toilettet. Hvert enkelt løft over 0,5 kg blev noteret i et skema (se bilag C), et løft blev defineret som en genstand eller et dyr der løftes fra en overflade til en anden, hvilket betyder at skub og træk ikke blev registreret. Byrdestørrelsen blev fastsat ved vejning eller anslået af deltageren. For at sikre pålidelighed af angivelsen af løftebyrde og frekvens af løft tilstræbte forskerne at observere deltagerne sammen i et kortere tidsrum med typisk løftearbejde for den specifikke jobgruppe og deltager, for efterfølgende at kunne undersøge overensstemmelsen i angivelserne af løftebyrde og frekvens af løft.

INDFRIELSE AF FORMÅL OG HENSIGT

Resultater

I alt indgik 60 personer, hvor af 53 fik udført døgnmålinger på to forskellige arbejdsdage hhv. med løft og ikke-løft. Da projektet nåede analysefasen, var der dog tale om endnu færre målinger end 53 x 2, da en del af de tekniske målinger af enten puls, blodtryk eller fysisk aktivitet for nogle af deltagerne ikke kunne anvendes. Dette skyldtes bl.a. tekniske fejl i enkelte af måleapparaterne, brugerfejl ved opsætning af udstyret, upræcise målinger, for mange fejlmålinger grundet bl.a. bevægelse og i nogle tilfælde, at deltagerne fjernede måleapparaterne i løbet af måledøgnet. I figur 6 ses flow over deltagerne fra rekruttering af virksomhederne til analysen.

I styrkeberegningen, baseret på en standardafvigelse (SD) mellem gentagne døgnblodtryksmålinger på individniveau, anslået til 4,4 mmHg for systolisk og 3,0 mmHg for diastolisk blodtryk [44], en forventet forskel i Δ blodtryk (forskell på en deltagers døgnblodtryk på en dag med og uden løftarbejde) på 4 mmHg systolisk og 2,5 mmHg diastolisk, opnås en statistisk styrke på ca. 80 %, baseret på den centrale grænseværdisætning og en antagelse om, at 50 deltagere gennemfører dataindsamlingen. I nedenstående flow ses at 50 deltagere inkluderes i analysen af blodtryk under arbejde og døgnblodtryk, dermed indsamlede projektet tilstrækkeligt antal deltagere til at indfri styrkeberegningen og dermed besvare formålet med tilstrækkelig statistisk styrke.



Figur 6. Flow-skema over rekruttering og inklusion af deltagere i projektet.

I det følgende præsenteres det samlede projekts resultater. Først forefindes en generel beskrivelse af deltagerne i projektet (tabel 1) baseret på sundhedstjekket ved baseline. Dernæst præsenteres udvalgte resultater fra de efterfølgende objektive målinger af arbejdsforhold, herunder tunge løft, samt døgnblodtryk, puls og fysisk aktivitet.

Table 1. Descriptive information on the participants in the project, N=60.

	Genne msnit	SD	%[n]
Alder (år)	40.8	13.4	
Køn (% kvinder)			45% [27]
BMI (kg/m ²)	25.4	5.9	
BMI ≥ 30 kg/m ²			16.7% [10]
Fedt%	26.5	9.3	
Rygning (% daglig/jævnligt)			30.5% [18]
Systolisk blodtryk ved sundhedstjek (mmHg)	130.4	16.3	
Diastolisk blodtryk ved sundhedstjek (mmHg)	81.7	11.1	
Forhøjet blodtryk ved sundhedstjek (>140/90 mmHg)			28.3% [17]
Hvilepuls ved sundhedstjek (bpm)	75.0	12.7	
Ikke født i Danmark			23.7% [14]
Uddannelse (% mellemlang, ≥3 års uddannelse)			45.6% [26]
Anciennitet i nuværende ansættelse (år)	13.3	12.7	
Selvurderet helbred (% god eller bedre)			37.3% [22]
Selvurderet kondition (% over gennemsnit for samme alder og køn)			30.6% [18]
Selvrapporteret fysisk aktivitet i arbejde			
Mest stående og gående			11.9% [7]
Mest stående og gående med løftarbejde			72.9% [43]
Skub og træk under arbejde (% ≥50% af arbejdstid)			23.7% [14]
Løfte- og bære-arbejde (% ≥50% af arbejdstid)			49.2% [29]
Arme løftet i eller over skuldehøjde under arbejde (% ≥50% af arbejdstid)			55.9% [33]
Roteret eller bøjet ryg under arbejde (% ≥50% af arbejdstid)			15.3% [9]
Selvrapporteret hyppigste løftebyrde på arbejde			
<3 kg			23.7% [14]
3-10 kg			33.9% [20]
11-29 kg			35.4% [15]
30-49 kg			13.6% [8]
≥50 kg			3.4% [2]
Fysisk aktivitet i fritiden			
Inaktiv, let fysisk aktivitet <2 timer/uge			8.5% [5]
Let fysisk aktivitet 2-4 timer/uge			16.9% [10]
Let fysisk aktivitet > 4 timer/uge eller moderat fysisk aktivitet 2-4 timer/uge			61.0% [36]
Moderat eller hård fysisk aktivitet >4 timer/uge			13.6% [8]
Observation af løftarbejde			
Total løftebyrde (kg)	3853.8	2535.2	
Total frekvens af løft	1404.1	1945.4	
Gennemsnitlig løftebyrde (kg)	9.39	8.97	

BMI Body Mass Index *bpm* beats per minute.

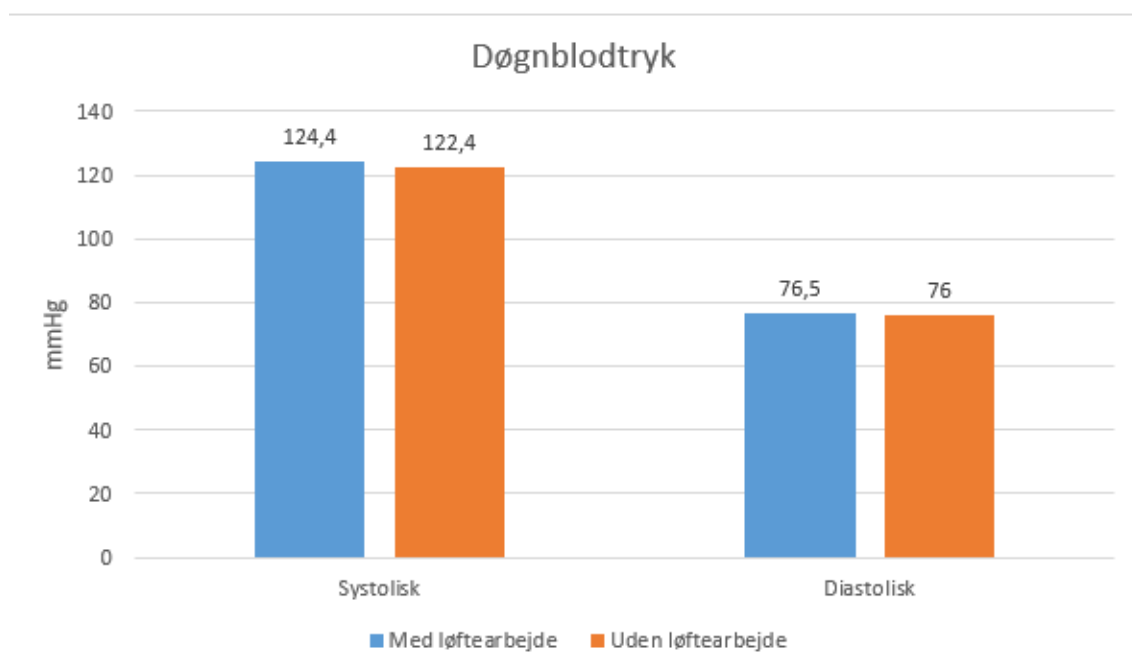
Objektive målinger

Deltagernes blodtryk over 24 timer (døgnmålinger) og under arbejde er afrapporteret herunder. Først afrapporteres for blodtrykket udelukkende i arbejdstiden og derefter gennemsnitligt over et helt døgn:

- **Gennemsnitlig blodtryk (systolisk/diastolisk) på dage med løftarbejde (i arbejdstid):** **132,5/84,6, mmHg**
- **Gennemsnitlig blodtryk (systolisk/diastolisk) på dage uden løftarbejde (i arbejdstid):** **130,6/84,3 mmHg**

En mindre forskel på blodtrykket i arbejdstiden de to dage imellem ses (systolisk Δ 1,79 mmHg, 95% CI -4,49 – 8,08; diastolisk 0,43 mmHg, 95% CI -0,80 – 1,65); med højere blodtryk for arbejdsdage med løftarbejde i forhold til arbejdsdage uden løftarbejde. Disse resultater er dog ikke statistisk signifikante, ej heller klinisk relevante (grænseværdi på 2 mmHg), hvilket betyder at vi ikke kan sige med 100% sikkerhed, at forskellen i resultaterne ikke skyldes tilfældigheder.

For blodtrykket over et helt døgn, dvs. gennem alle døgnets 24 timer, finder vi ligeledes en lille men positiv forskel med højere døgnblodtryk på dage, hvor der har været udført løftarbejde (systolisk Δ 1,96 mmHg, 95% CI -3,80 – 7,72; diastolisk 0,53 mmHg, 95% CI -3,12 – 4,18). Figur 7 er et søjlediagram, som viser forskellen på henholdsvis gennemsnitlig systolisk og diastolisk døgnblodtryk for deltagerne på dage med og uden løftarbejde.



Figur 7. Gennemsnitlig døgnblodtryk med og uden løftarbejde.

Målinger af puls kan bruges til at angive, hvilken intensitet den enkelte fysiske aktivitet er udført ved. Information om intensitet af fysisk aktivitet kan beregnes via pulsbelastningen (det procentuelle pulsniveau mellem hvilepuls og maximale puls). En høj pulsbelastning angiver, at deltageren udfører et fysisk arbejde på et relativt højt niveau af sin fysiske arbejdskapacitet. Med andre ord; at deltageren belaster sit hjerte-karsystem ved det hårde fysiske arbejde. De internationale anbefalinger angiver, at en persons relative pulsbelastning under arbejde ikke bør overstige 30-35 % af maksimal belastning (jf. The International Labour Organisation). Ellers vil arbejdet opleves som udtrættende og tære på kræfterne. På den anden side, for at en pulsbelastning skal have en træningsopbyggende (konditionsfremmende) effekt, bør pulsbelastningen hos en person nå op **over** 60 % i løbet af kortere perioder. En så høj pulsbelastning bør dog ikke forekomme igennem lang tid og kun sjældent under arbejde. Der er med andre ord forskel på, hvad der er sundt i fritiden, og hvad der er sundt i arbejdet. Denne paradoksale effekt af fysisk aktivitet er velkendt¹.

Fordi den relative pulsbelastning under arbejde er afhængig af konditallet, vil en forøgelse af konditallet hos en ansat medføre en mindre relativ pulsbelastning ved samme ydre arbejde og dermed at en betydelig mindre andel af arbejdstiden vil være udtrættende for denne person. Med andre ord; det vil gavne personer med hårdt fysisk arbejde at være i god form og have højt kondital, idet deres hjertekarsystem således er mindre belastet af arbejdets karakter. Nedenfor følger deltageres målte relative pulsbelastning i løbet af de to arbejdsdage med og uden løftearbejde.

Gennemsnitlig relative pulsbelastning (%HRR):

- ***Med løftearbejde (arbejdstid)*** 33,2 %HRR
- ***Uden løftearbejde (arbejdstid)*** 25,5 %HRR

Det ser således ud til, at medarbejderne generelt arbejder med en høj relativ pulsbelastning, der på dage uden løftearbejde er væsentligt højere (Δ 7,74 %HRR, 95% CI 3,57 – 11,91) end uden løftearbejde. Forskellen i pulsbelastningen med og uden løftearbejde er både statistisk signifikant og klinisk relevant, tidligere studier angiver at en 10% øgning af pulsbelastningen under arbejdet er forbundet med en 18% øget risiko for blodprop i hjertet². På dage med løftearbejde er pulsbelastningen på grænsen eller tilnærmelsesvist over den anbefalede grænse.

Antal skridt en person tager i løbet af en arbejdsdag kan give et godt indtryk af, om arbejdet er stillesiddende eller kræver meget bevægelse og fysisk aktivitet. Det gennemsnitlige antal skridt i løbet af en dag (arbejde og fritid) for en voksen gennemsnitsdansker ligger på omkring 9.000 skridt. Nedenfor følger deltageres gennemsnitlige antal skridt i løbet af en arbejdsdag³.

¹ Clays E, De Bacquer D, Van Herck K, et al (2012) Occupational and leisure time physical activity in contrasting relation to ambulatory blood pressure.

² Krause N, Brand RJ, Arah OA, Kauhanen J. (2015) Occupational physical activity and 20-year incidence of acute myocardial infarction: results from the Kuopio Ischemic Heart Disease Risk Factor Study. *Scand.J Work Environ Health*; 41: 124-39.

³ DTU Fødevarerinstitutionen 2010 <https://www.food.dtu.dk/publikationer/e-artikler>

• Gennemsnitlige antal skridt under arbejde pr. dag:	Antal skridt	Antal skridt pr. time
- <u>med løftearbejde</u>	12.976	1526
- <u>uden løftearbejde</u>	8.737	1028

Det ses, at deltagerne bare i arbejdstiden på løftedage tager væsentlig flere skridt end på dage uden løftearbejde (Δ 1.137 skridt, 95% CI 1.899 – 6.415) og de ligger betydeligt over niveauet for en gennemsnitsdanskers samlede daglige antal skridt, og derfor må de siges at være meget fysisk aktive. I beregning af antal skridt per time er taget udgangspunkt i en arbejdsdag incl. pause på 8,5 time. På nuværende tidspunkt eksisterer der ingen grænser for, hvor meget man bør gå på arbejdet, men der skal ikke herske nogen tvivl om, at et gennemsnit på 12.976 skridt i løbet af en arbejdsdag er mange. Det svarer til ca. 10,2 km for en typisk mand⁴.

Deltagerne i dette projekt har ikke meget samlet stillesiddende aktivitet i løbet af en arbejdsdag uanset om det er med eller uden løftearbejde, dog mere siddende arbejde på en ikke-løftedag (Δ -0,67 time/arbejdsdag, 95% CI -1,25 - -0,10).

• Gennemsnitlig arbejdstid som deltagerne sidder ned i løbet af en arbejdsdag:	timer
- <u>med løftearbejde</u>	1,4
- <u>uden løftearbejde</u>	2,1

Selvom stillesiddende aktivitet som ovenfor beskrevet anbefales begrænset, er langvarigt gående og stående arbejde på den anden side heller ikke anbefalelsesværdigt, idet vedvarende gående og stående arbejde er forbundet med en øget risiko for åreknuder og åreforkalkning. Herunder ses at på dage med løftearbejde står deltagerne mindre (Δ -0,52 time/arbejdsdag, 95% CI -1,03 - -0,01) og går mere (Δ 0,48 time/arbejdsdag, 95% CI 0,18 – 0,78) end uden løftearbejde.

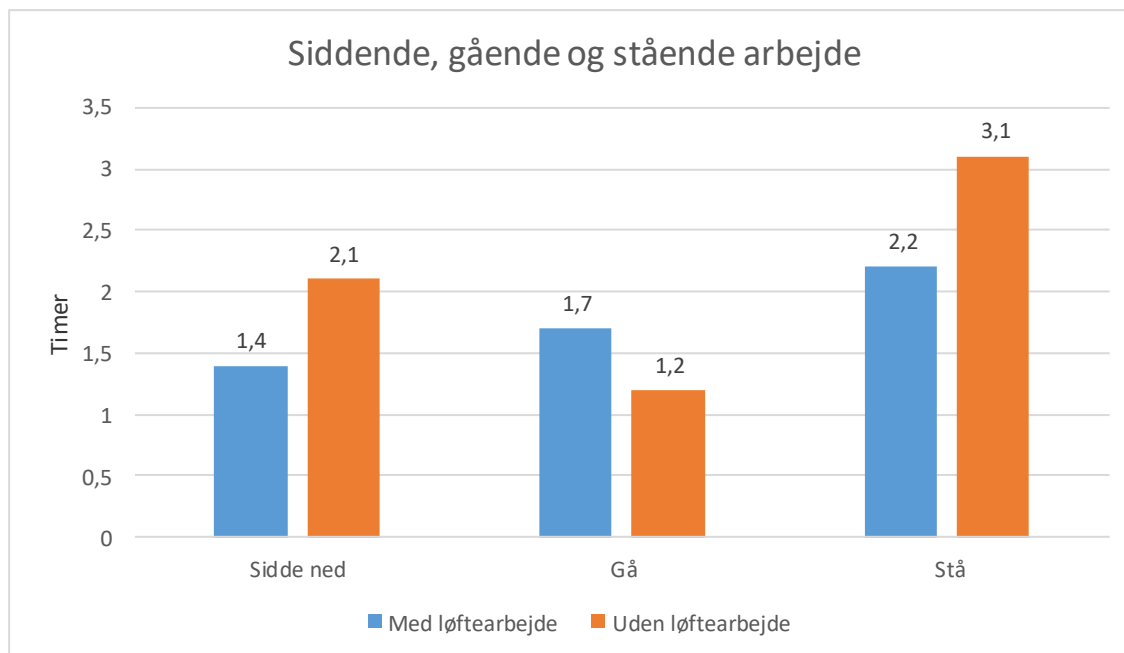
• Gennemsnitlig arbejdstid som deltagerne går:	Timer
- <u>med løftearbejde</u>	1,7

⁴ [10000 skridt – Tæl dine skridt – Helsam](#)

- uden løftearbejde 1,2
- *Gennemsnitlig arbejdstid som deltagerne står stille:*
 - med løftearbejde 2,2
 - uden løftearbejde 3,1

Der findes ikke, på nuværende tidspunkt, konkrete officielle anbefalinger for stående-gående arbejde, men resultaterne for deltagerne i dette projekt giver indtryk af, at der er tale om mange timers samlet gående og stående arbejde. Arbejdstilsynet anbefaler arbejdsgivere at have fokus på, at give mulighed for, at medarbejderne kan variere deres stående-gående arbejde, bl.a. ved at give hyppige pauser og mulighed for at klare visse arbejdsopgaver siddende på en stol. Dette kan synes modsat af budskabet om, at begrænse stillesiddende arbejde, men her er nøgleordet variation og aflastning; sidder man ned i kortere tid ad gangen, men hyppigt i løbet af en arbejdsdag med vekslende arbejdsstillinger, er man bedre stillet end ved langvarigt stående-gående arbejde eller langvarigt ensidigt stillesiddende arbejde. Således kan arbejdsgivere f.eks. sørge for, at der er stole og skamler rundt omkring ved f.eks. samleband, så medarbejderne har mulighed for at sætte sig, om det så kun er for få minutter ad gangen.

Figur 8 viser i et søjlediagram, hvor mange timer deltagerne gennemsnitligt sidder ned, går og står op i løbet af henholdsvis en arbejdsdag med løftearbejde og en uden løftearbejde. Det giver indtryk af, at deltagerne generelt er mere fysisk aktive og i konstant bevægelse på dage med løftearbejde.



Figur 8. Siddende, gående og stående arbejde på dage med og uden løftarbejde.

Observation af løftarbejde

I Arbejds- og Helbredsundersøgelsen fra 2018 angav 31% af de adspurgte lønmodtagere, at de bar eller løftede mindst ¼ af arbejdstiden. De jobgrupper med den største andel af løfte- eller bærearbejde på mindst ¼ af arbejdstiden var blandt andet tømrer, malere, kokke, murer m.fl.⁵ Ved hjælp af forskernes direkte observation af deltagerne i dette projekt i løbet af arbejdstiden på de dage, de bar døgnmålingsudstyret og havde løftarbejde, har vi kunne beskrive deltagerens løftarbejde nærmere. Observationen af løftarbejde fungerede godt, deltagerne var ikke hindret i deres arbejde grundet observationen og observatøren kunne følge med og notere alle løft uden problemer.

- *Gennemsnitlig antal løft på en arbejdsdag (løftedag)* **1404,1 kg**
- *Gennemsnitlig total løftebyrde på en arbejdsdag* **3853,8 kg**
- *Hyppigste løftebyrde (i antal)* **0 - 10 kg**
(91,8 % af alle løft)⁶
- *Gennemsnitlig løftebyrde (kg)* **9.39 kg**

Her skal man være opmærksom på, at løftebyrderne er baseret på observationer fra de forskere der fulgte deltagerne på deres løftedage. Sammenligner man disse objektive parametre for

⁵ [Fakta om Arbejdsmiljø og Helbred 2018.pdf](#)

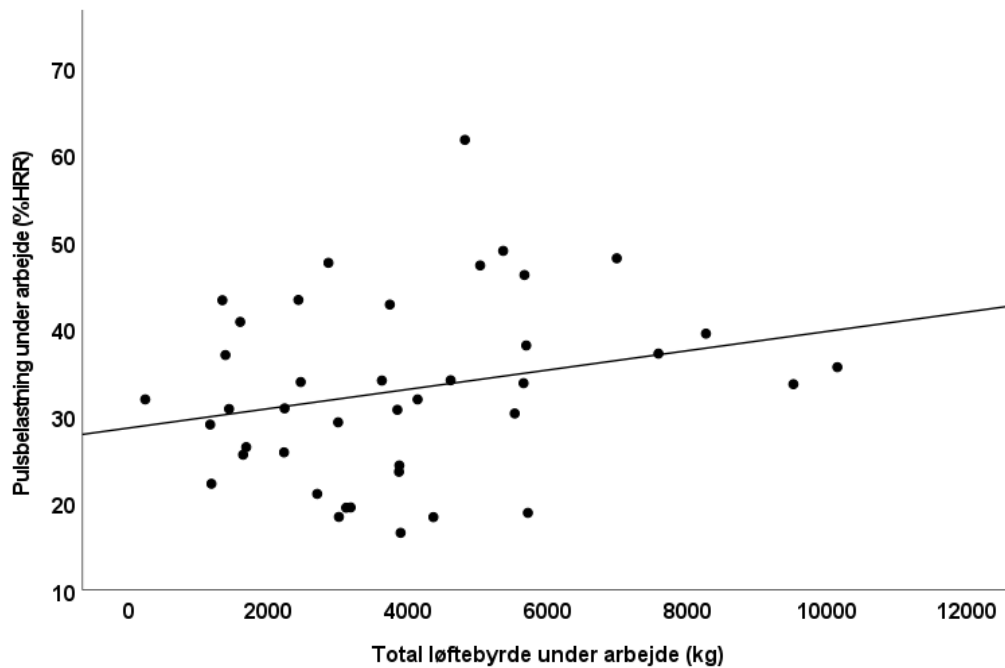
⁶ Da resultater i denne kategori mangler fra pilotprojektet, er dette resultat baseret udelukkende på data fra hovedprojektet

løftearbejdet hos deltagerne i studiet med det, som de i spørgeskemaet selv angav af løftearbejde, ser man, at de skønner vægten af de enkelte elementer i deres løftearbejde som tungere, end det reelt er. 58,4 % af deltagerne skønnede i spørgeskemaet deres hyppigste løftebyrde til under 10 kg, mens der reelt er tale om, at 67,6 % af deltagerne primært løfter byrder der vejer mellem 0-10 kg.

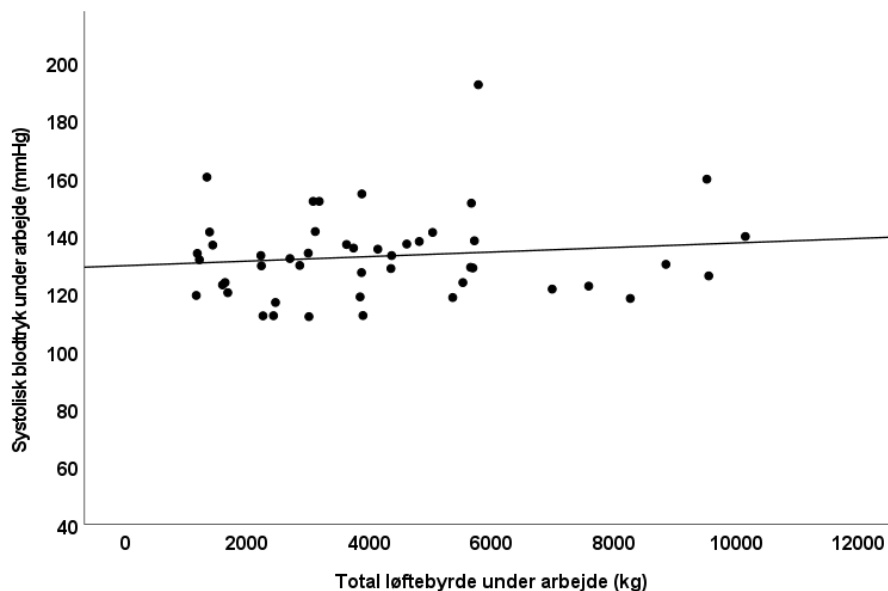
Deltagerne løfter generelt meget på dage med løftearbejde. Det er vigtigt, at skelne imellem reelt løftearbejde (den løftede genstand løftes fra gulvniveau og bæres af personen) og skubbe-trække-arbejde. Sidstnævnte er også fysisk anstrengende, men kan fysiologisk ikke sidestilles med løftearbejde og indgår ikke som et parameter i dette projekt.

For at undersøge pålideligheden af observationen af løftebyrde og frekvens af løft blev der på 7 ud af de 13 virksomheder gennemført parallelle observationer af i alt 15 deltagere i 19 min. (SD 13 min.). ved sammenligning af overensstemmelsen mellem de to observatører sås 98% (SD 13%) overensstemmelse i angivelsen af den totale løftebyrde og 88% (SD 50%) overensstemmelse i angivelsen af frekvens af løft. Pålideligheden, beregnet som en intraclass korrelation (ICC), viste fremragende pålidelighed af både total løftebyrde (ICC 0,998, 95% CI 0,995 – 0,999) og frekvens af løft (0,992, 95% CI 0,975 – 0,997).

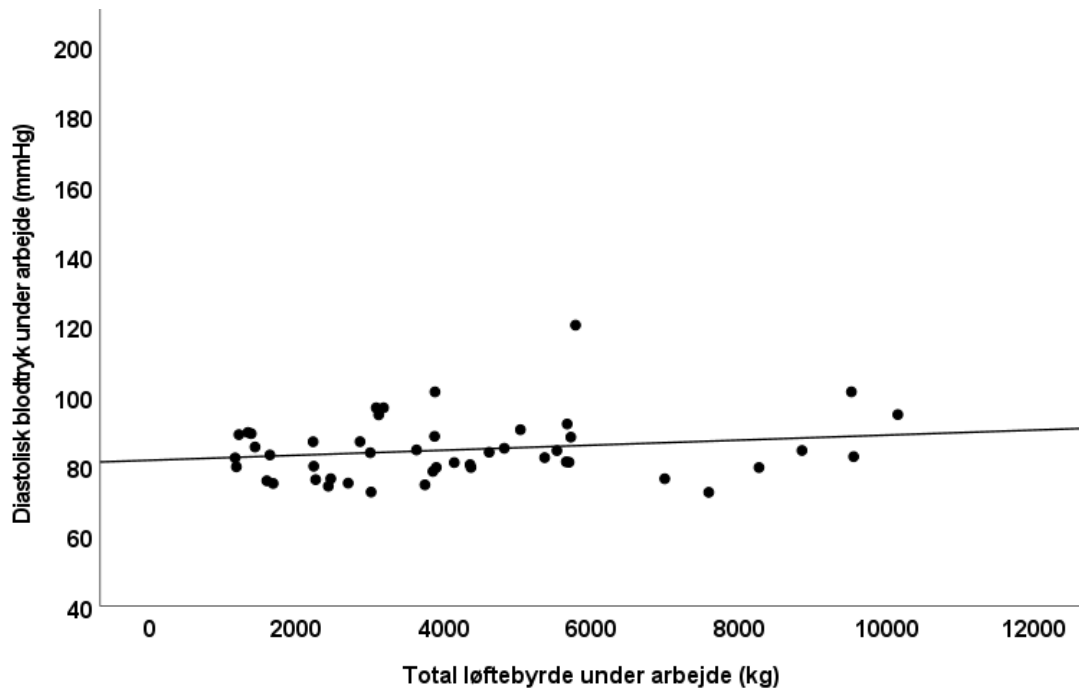
Figur 9, 10 og 11 viser grafisk sammenhængen mellem henholdsvis pulsbelastning samt blodtryk (delt op i systolisk og diastolisk) og den samlede byrde af løftearbejdet. Der ses en tendens til, at pulsbelastningen stiger med en stigende total løftebyrde, idet hældningen på kurven er positiv svarende til, at pulsbelastningen vil stige (for hvert ekstra ton løftet per arbejdsdag vil pulsbelastningen stige med 1 %HRR) for hvert ekstra kilo, som en person løfter i løbet af en arbejdsdag.



Figur 9. Sammenhængen mellem pulsbelastning under arbejde og total løftebyrde. Det ses at hældningen, β , på kurven er klart positiv. Hver prik repræsenterer en deltager med dennes samlede løftebyrde i løbet af en arbejdsdag på x-aksen og dennes relative pulsbelastning (belastning af hjertekarsystemet) på y-aksen.



Figur 10. Sammenhængen mellem systolisk blodtryk under arbejde og total løftebyrde. Der findes svag positiv hældning af kurven sv.t., jo mere samlet vægt en forsøgsperson har løftet i løbet af en arbejdsdag, jo højere systolisk blodtryk har denne.



Figur 11. Sammenhængen mellem diastolisk blodtryk under arbejde og total løftebyrde. Der findes svag positiv hældning af kurven.

ERFARINGER OG KONKLUSIONER FRA PROJEKTET

Projektets resultater viste at arbejdsdage med løftearbejde medførte øget pulsbelastning, blodtryk og mere fysisk aktivitet end arbejdsdage uden løftearbejde, hvilket på sigt bidrager til en øget risiko for hjertekarsygdom og død heraf. Yderligere viste den anvendte metode til felt observation af løftebyrde og frekvens at være anvendelig, mulig at gennemføre og at indsamle pålidelige resultater.

PERSPEKTIVERING – BIDRAG TIL ARBEJDSMILJØ

Samlet indikerer vores resultater, at arbejdsforhold med tunge løft, kan spille ind på belastningen af hjertekarsystemet og dermed øge den samlede risiko for at udvikle hjertekarsygdom blandt arbejdstagere med løftarbejde. Udover tunge løft, har deltagerne en høj grad af stående-gående arbejde, samt arbejde, hvor de er på benene og ikke sidder ned, hvilket i stort omfang ligeledes kan være skadeligt for hjertekarsystemet. Vi mener allerede på nuværende tidspunkt, at resultaterne fra projektet kan danne grobund for en øget opmærksomhed på sammensætning af arbejdsopgaver og pauser i løbet af arbejdstiden for at sikre tilstrækkelig restitution hos personer med hårdt fysisk arbejde, herunder løftarbejde. Vi tror på, at resultaterne fra vores projekt på sigt kan bidrage i forebyggende øjemed ift. til den kardiovaskulære sygelighed og overdødelighed blandt arbejdstagere med løftarbejde. Om ikke andet, er der brug for en diskussion om, hvordan vi som samfund bedst beskytter de personer, der qua deres hårde fysiske arbejde, er i større helbredsrisici end andre.

PUBLIKATIONER OG PRODUKTER FRA PROJEKTET

Peer reviewede artikler

- How does occupational lifting affect ambulatory blood pressure, relative aerobic workload and level of physical activity? Original artikel submitted til Annals of Work Exposures and Health, September 2022, vedlagt som manuskript I bilag D
- Feasibility and raters' agreement of measuring occupational lifting by direct observation among blue-collar workers. Short communication, submitted til Annals of Work Exposures and Health, November 2022, vedlagt som manuskript i bilag E

Posters til konferencer

- Forskningens Dag i Region Sjælland, 15. september 2021
- DASAMS's årsmøde 16.-17. september 2021
- Karrieredag på det Sundhedsvidenskabelige Fakultet, 14. oktober 2021
- DASAMS's årsmøde, 9.-10. marts 2022
- AMFFs årskonference, 2. maj 2022
- HEPA, Nice, Frankrig, 1. september 2022

BEVILLINGER TIL PROJEKTET

Projektet blev støttet af den sundhedsvidenskabelige forskningsfond I region Sjælland (R17A20B11) med 168.205 dk.kr., og af Arbejds miljøforskningsfonden (20205100731) med 1.410.703 dk.kr.

Spørgeskema

Instruktion

Dette spørgeskema handler om dig, dit helbred, dine levevilkår og arbejdsforhold. Det er vigtigt for undersøgelsens kvalitet, at du så vidt muligt svarer på alle spørgsmålene.

Det tager ca. 10 minutter at udfylde skemaet. Du svarer på de fleste spørgsmål ved at sætte et kryds. Ved nogle spørgsmål skal du skrive et tal eller ganske få ord. Vi ser frem til at modtage dit udfyldte skema.

Eksempel på talbesvarelse

5. Hvor høj er du?..... cm

Eksempel på afkrydsning

15. Lider du af følgende sygdomme eller skader?
(Markér også om en læge har vurderet disse sygdomme)
(For hvert spørgsmål kan der være et eller to svar)

	Nej	Ja, egen vurdering	Ja, lægens vurdering	
1. Problemer pga. tidligere ulykke(r) (fx skade i hoved/nakke, skulder eller ryg).....	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input checked="" type="checkbox"/> 3	Korrekt afkrydsning
2. Bevægeapparatssygdomme (fx svær leddegigt eller slidgigt i nakke, skulder eller ryg).....	<input type="checkbox"/> 1	<input checked="" type="checkbox"/> 2	<input checked="" type="checkbox"/> 3	Rettet afkrydsning

Kommer du til at sætte kryds i en forkert boks, så streg hele boksen ud og sæt krydset i den rigtige boks

Du er velkommen til at ringe til os, hvis du er i tvivl om noget med skemaet eller med undersøgelsen i det hele taget.

Med venlig hilsen

Mette Korshøj, Projektleder

Arbejds- og Socialmedicinsk Afdeling, Holbæk Sygehus, Tlf. 5948 4000

1. Dato for udfyldelse af skema: ____ / ____ / 202
Dag Måned

2. Hvilket land er du født i?

1 Danmark

2 Andet land *skriv hvilket:* _____

Hvis du er født i et andet land, hvor mange år har du boet i Danmark?: _____ år

3. Hvad er din nuværende stilling mere præcist?

Fx folkeskolelærer, pladesmed, kontorchef, ekspedient, truckfører, sygeplejerske

3A. På hvilket tidspunkt af døgnet arbejder du sædvanligvis i din hovedbeskæftigelse?

Fast dagarbejde

Fast aftenarbejde (overvejende mellem kl. 15 - 24)

Fast natarbejde (overvejende mellem kl. 24 - 05)

Skiftende arbejdstider med natarbejde

Skiftende arbejdstider uden natarbejde

Andet

3B. Hvor mange timer om ugen arbejder du i din hovedbeskæftigelse?

Timer per uge: _____ timer

3C. Hvor mange dage om ugen arbejder du i din hovedbeskæftigelse?

Dage per uge: _____ timer

4. Hvor lang tid har du alt i alt haft den slags arbejde, som du har nu?

Både på den nuværende arbejdsplads og andre steder

Antal : __ år __ måneder

5. Angiv den højeste erhvervsuddannelse du har.

- Ingen erhvervsuddannelse
- Specialearbejderuddannelse mv. (under 12 mdr.)
- EFG-basisår (men ikke 2. del) mv.
- Fuldført lærlinge/EFG-uddannelse
- Anden faglig uddannelse (12 mdr. eller mere)
- Kort videregående uddannelse (under 3 år)
- Mellemlang videregående uddannelse (3-4 år)
- Lang videregående uddannelse (over 4 år)
- Er i gang med erhvervsuddannelse

6. Ryger du?

- Ja, daglig 1
- Ja, af og til 2
- Har røget, men ryger ikke mere 3
- Har aldrig røget 4

6A. Hvis du ryger, hvor meget ryger du så om dagen i gennemsnit?

Cigaretter/cigarer/cerutter/pibestop per dag:

7. Hvor meget alkohol drikker du i gennemsnit

På hverdage (mandag – torsdag)? antal genstande
pr dag

I weekenden (fredag – søndag)? antal genstande pr
dag

(1 genstand = 1 flaske øl, 1 glas vin eller 2 cl spiritus. Rund op, ex $\frac{1}{2} = 1$)

8. Har en læge nogensinde fortalt dig, at du har eller har haft en eller flere af følgende sygdomme?

- 1. Høfeber/allergi 1
- 2. Astma 2
- 3. Diabetes (alle typer sukkersyge) 3
- 4. Hjerne/kar sygdom 4
- 5. Forhøjet blodtryk 5
- 6. Kræft 6
- 7. Hudsygdom 7
- 8. Rygsygdom 8
- 9. Depression eller anden psykisk sygdom 9
- 10. Anden langvarig sygdom 10

9. Har du indenfor den seneste måned indtaget lægeordineret medicin?

Ja 1

Nej 2

Hvis, **ja**, angiv venligst hvilken type og navn

	Ja	Nej	Navn
Kolesterol-sænkende			
Vanddrivende			
Blodtrykssænkende			
Hjertemedicin			
Medicin mod nedtrykthed og depression			
Stræk smertestillende			
Anden medicin			

Meget godt	Godt	Nogenlunde godt	Dårligt	Meget dårligt
------------	------	-----------------	---------	---------------

10. Hvordan vil du alt i alt vurdere dit helbred? (sæt kun ét kryds)

- 1 2 3 4 5

11. Hvordan vil du vurdere din kondition i forhold til andre af samme alder og køn?

De midterste rubrikker svarer til gennemsnittet i din aldersgruppe, højere angives til højre for midten og dårligere til venstre for midten.



Dårlig

Super



12. Hvordan vil du beskrive din fysiske aktivitet i din fritid?

Næsten helt fysisk passiv eller let fysisk aktiv i mindre end 2 timer pr. uge. 1

Let fysisk aktivitet fra 2-4 timer pr. uge 2

Let fysisk aktivitet i mere end 4 timer pr. uge eller mere anstrengende fysisk aktivitet i 2-4 timer pr. uge. 3

Mere anstrengende fysisk aktivitet i mere end 4 timer eller regelmæssig hård træning og evt. konkurrencer flere gange pr. uge 4

13. Hvordan vil du beskrive din fysiske aktivitet i dit arbejde?

Mest stillesiddende arbejde, som ikke kræver fysisk anstrengelse 1

Mest stående eller gående arbejde, som ellers ikke kræver fysisk anstrengelse 2

Stående eller gående arbejde med en del løfte- eller bærearbejde 3

Tungt eller hurtigt arbejde, som er fysisk anstrengende 4

14. Hvor mange point vil du give din nuværende arbejdsevne?

(Markér et tal på skalaen)

Ude af stand til at arbejde

Bedste arbejdsevne

(0) (1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10)

15. Hvor fysisk hårdt opfatter du normalt dit nuværende arbejde?

(Markér et tal på skalaen)

Ikke hårdt

Maksimalt hårdt

(0) (1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10)

16. Medfører dit arbejde, at: (Et kryds i hver vandret linie)	Næsten hele tiden	Ca. $\frac{3}{4}$ af tiden	Ca. $\frac{1}{2}$ af tiden	Ca. $\frac{1}{4}$ af tiden	Sjælde nt/ meget lidt	Aldrig
16a. Du vrider eller bøjer ryggen mange gange i timen?	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 6
16b. Du har armene løftet i eller over skulderhøjde?	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 6
16c. Du gør de samme armbevægelser mange gange i minuttet? (fx pakkearbejde, montering, udskæring)	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 6
16d. Du sidder på hug eller ligger på knæ, når du arbejder?	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 6
16e. Vibrationer der rammer hele kroppen (fx fra traktor, truck eller anden arbejdsmaskine)?	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 6
Hvor stor en del af din arbejdstid						
17. - skubber eller trækker du?	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 6
18. - bærer eller løfter du?	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 6
19. Hvad vejer det, du bærer eller løfter, typisk?						
Under 3 kg				<input type="checkbox"/> 1		
3-10 kg				<input type="checkbox"/> 2		
11-29 kg				<input type="checkbox"/> 3		
30-49 kg				<input type="checkbox"/> 4		
50 kg eller derover				<input type="checkbox"/> 5		

20. Disse spørgsmål handler om det psykiske arbejdsmiljø og samarbejdet på din arbejdsplads.

(Besvar venligst alle spørgsmål, og sæt kun ét kryds ud for hvert spørgsmål)

	Aldid	Ofte	Somm etider	Sjælde nt	Aldrig/n æstenal drig
20a. Er der et godt samarbejde mellem ledelsen og de ansatte?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
20b. Er der et godt samarbejde mellem kollegerne på din arbejdsplads?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
20c. Er det nødvendigt at arbejde hurtigt?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
20d. Er det nødvendigt at arbejde over?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
20e. Har du indflydelse på mængden af dit arbejde?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
20f. Har du indflydelse på HVAD du laver på dit arbejde?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
20g. Har du indflydelse på HVEM du arbejder sammen med?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

21. Hvor enig er du i følgende udsagn?

(Et kryds i hver vandret linie)

	Aldrig	Sjælde nt	En gang i mellem	For det meste	Aldid
21a. Jeg har svært ved at slappe af efter en arbejdsdag	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
21b. I slutningen af en arbejdsdag er jeg udmattet	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
21c. Jeg føler mig frisk efter aftensmad	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
21d. Efter en arbejdsdag er jeg for træt til at begynde andre aktiviteter	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5

**Tak for at du ville deltage i undersøgelsen.
Vi er meget glade for din besvarelse.**

Bilag B – Dagbog til døgnmålinger

Aktivitetsdagbog for 24 timers måling

Navn:		
Dato:		Kl.:

Registrer venligst hvornår du står op, mødetid på arbejdet, fyraften, sengetid og perioder uden apparatur.

Dag	Dato	Aktivitet	Tidspunkt (start)	Bemærkninger
		<i>Reference måling (ca. 15 sek.)</i>		
		Arbejdsdag slut (fyraften)		
		Gå i seng		
		Står op		
		Mødetid arbejde		
		Arbejdsdag slut (fyraften)		
		<i>Reference måling (ca. 15 sek.)</i>		

Spacelabs nr.	
Actiheart nr.	
Axivity placering:	Axivity nr.
Nakke	
Lår	

Blodtryksmåler / Spacelabs

- Blodtryksmåleren tåler **IKKE vand og skal tages af i forbindelse med bad.**
- Blodtryksmåleren sættes med slangen opad på venstre overarm.
- **Tryk IKKE på nogle af knapperne på måleren.**
- **Hold armen i ro under måling og lad være med at snakke.**

Bevægelsesmålere / Axivity

- Tåler vand og skal derfor **IKKE tages af**, mens man er i bad.
- Påsæt altid som den sad før, i nakken og midt på højre lår.
- Tjek at nummeret passer med den rigtige placering

Pulsmåler / Actiheart

- Tåler vand og skal derfor **IKKE tages af** i forbindelse med badning.
- Pas på ikke at hive i ledningen under indsæbning og aftørring.
- Trykknappen skal trykkes ned, for at skifte elektroden.
- Påsæt med nye elektroder på samme sted, som før.

Bilag D

How does occupational lifting affect ambulatory blood pressure, relative aerobic workload and level of physical activity?

Mathilde Baumann¹, MD; Martine Mejdning Poulsen¹, stud.med.; Ole Steen Mortensen^{1,2}, PhD; Michael Hecht Olsen^{3,4}, PhD; Mette Korshøj¹, PhD

¹Department of Occupational and Social Medicine, University Hospital Holbæk, Denmark

²Department of Public Health, Section of Social Medicine, University of Copenhagen, Denmark

³Department of Internal Medicine 1, Holbæk Hospital, Denmark

⁴Department of Regional Health Research, University of Southern Denmark, Denmark

Corresponding author: Mette Korshøj, mail: melars@regionsjaelland.dk, address: Department of Occupational and Social Medicine, Holbæk Hospital, Gl. Ringstedvej 4B, DK4300 Holbæk, Denmark.

Abstract

Introduction: It is believed that occupational physical activity (OPA), including occupational lifting (OL), increases the risk of cardiovascular disease (CVD). Knowledge about the association between OL and risk of CVD is sparse, but repeated OL is assumed to result in prolonged raised blood pressure and heart rate (HR) eventually augmenting the risk of CVD. To disentangle parts of the mechanisms behind the raised 24-hour ambulatory blood pressure (ABP) proposed by exposure to OL, this study aimed to explore the acute differences in ABP, relative aerobic workload (RAW) and physical activity (PA) during work with and without OL.

Methods: This controlled cross-over study investigates associations between moderate to high OL and ABP, RAW in per cent of heart rate reserve (%HRR) and level of PA. This included 2x24h monitoring of ABP (Spacelabs 90217), PA (Axivity) and HR (Actiheart), comprising a work day containing OL and a work day without. The frequency and burden of OL were directly observed in field. The data were time-synchronized and processed in the Acti4-software. Differences in work, leisure, bed-time and 24-hour ABP, RAW and level of PA were evaluated using repeated 2x2 mixed-models among 60 blue-collar workers in Denmark.

Results: OL led to non-significant increases in ABP during work-time (systolic $\Delta 1.79$ mmHg, 95%CI -4.49 – 8.08, diastolic $\Delta 0.43$ mmHg, 95%CI -0.80 – 1.65), and on 24-hours basis (systolic $\Delta 1.96$ mmHg, 95%CI -3.80 – 7.72, diastolic $\Delta 0.53$ mmHg, 95%CI -3.12 – 4.18), significant increases in RAW during work ($\Delta 7.74$ %HRR, 95%CI 3.57 – 11.91) as well as a raised level of PA during work ($\Delta 4156.88$ steps, 95%CI 1898.83 – 6414.93, $\Delta -0.67$ hours of sitting time, 95%CI -1.25 – -0.10, $\Delta -0.52$ hours of standing time, 95%CI -1.03 – -0.01, $\Delta 0.48$ hours of walking time, 95%CI 0.18 – 0.78).

Discussion: OL increased both intensity (RAW) and volume of OPA (standing, sitting, walking time) among blue-collar workers and therefore contributes to an augmented risk of CVD. Although this study finds hazardous acute effects, further investigations are needed to evaluate the long-term effects of OL on ABP, HR and volume of OPA, also effects of cumulative exposure to OL would be relevant to investigate as these workers might hold occupations including OL for their entire career.

Conclusion: OL significantly raised the intensity and volume of OPA.

Keywords

Hypertension; Work environment; physical activity paradox, technical measurements; manual work

Why is this important

High occupational physical activity (OPA), including occupational lifting (OL), increases the risk of cardiovascular disease (CVD). Knowledge about the association between OL and risk of CVD is sparse and mainly based on self-reported exposure. This study investigates associations between OL and ambulatory blood pressure (ABP) as well as relative aerobic workload (RAW) and physical activity (PA) among 60 blue-collar workers in Denmark with technical measurements of outcome and direct observation of exposure. OL significantly raised the intensity and volume of the OPA.

Introduction

Occupational physical activity (OPA), including occupational lifting (OL), is believed to increase the risk of cardiovascular disease (CVD) in contrast to leisure time physical activity, called “the physical activity paradox” (Clays et al.; Petersen et al.; Holtermann et al.; Korshøj et al.; Cillekens et al.; Feinberg et al.). Bearing in mind that CVD is the leading cause of death worldwide (Roth et al.), it is of uttermost importance to identify and characterize potential occupational risk factors for hypertension and CVD in order to protect workers performing OPA. Yet, the background for the relation between OPA and adverse CVD outcomes is not fully understood, and it seems that the harmful effects depend on the type and level of OPA, as well as on different factors i.e. sex and socioeconomic background (Petersen et al.; Dalene et al.; Li et al.). Also, the majority of the studies investigating the associations between physical activity (PA) and CVD are limited by self-reported exposure estimates of OPA and OL (Dalene et al., 2021; Li et al.; Quinn et al.), increasing the risk of reporting bias (Korshøj et al.), thus, technical measures and observations, which are more valid, should be preferred (Koch et al.; Cillekens et al.). Six proposed hypotheses for “the physical activity paradox” have been posed (Holtermann et al.), two of them stating hypothesis of harmful effects of OL, being elevated 24-hour blood pressure (BP) and HR following OL (Clays et al.; Korshøj et al.; Holtermann et al.; Korshøj et al.), and insufficient recovery. Heavy lifting per se entails acute elevation in BP and heart rate (HR), due to vasoconstriction resulting in increased peripheral circuit resistance (MacDougall et al.; Sukhova et al.). In the long term, this causes rises in ambulatory blood pressure (ABP) (Clays et al.), which may increase the risk of inflammation inside the vessels and therefore risk for hypertension (Glagov et al.; Chobanian et al.). High ABP and hypertension are the leading risk factors for several CVDs including stroke, coronary artery disease and atrial fibrillation (Hardy et al.; Campbell and White), and likewise resting HR is an independent predictor of CVD morbidity or fatal events (Zhang et al.).

Interestingly, weight lifting for recreational purposes is not related to an increase in the risk of CVD or mortality (Williams et al.; Cornelissen et al.). OL, on the other hand, often exhibits a high frequency and duration, inhibiting sufficient restitution which can easier

be obtained in a leisure context. Mainly blue-collar workers report exposure to OL (Sixth European Working Condition Survey 2015; Arbejde og Helbred) and may be exposed to OL throughout the majority of their work time. Thus, it is hypothesized that the lack of restitution between bouts of OPA including OL, increases ABP, which may explain some of the contrasting effects of lifting on the risk of CVD (Cornelissen et al.; Clays et al.; Holtermann et al.; Quinn et al.; Cillekens et al.).

To disentangle parts of the mechanisms behind the raised 24-hour ABP proposed by exposure to OL, this study aimed to explore the acute differences in ABP, relative aerobic workload (RAW) and PA during work with and without OL among 60 blue-collar workers in Denmark.

Materials and methods

Study design

This controlled cross-over study was set from December 2019 to May 2022 among 60 blue-collar workers in Denmark, and two separate 24-hour measurements of ABP, HR and PA were collected on a work day including OL and a work day without OL respectively. The days were separated by a washout-period of minimally 48 hours, which was considered relevant to surely bypass the potential persistent decrease in systemic vascular resistance after a single bout of exercise, termed postexercise hypotension, which can last as much as 22 hours postexercise as shown in an earlier study (Mach et al.).

Participants and recruitment

Due to the COVID-19 pandemic, the data collection was performed in two rounds. The first round of recruitment was carried out in 2018 with help from a Danish consultancy agency for farming, VKST (www.VKST.dk), which contacted pig farmers in the region of Zealand and presented the overall aim of the project. Interested pig farmers and their relevant staff were invited to an information meeting and baseline measurements. Measurements were performed on this group from December 2019 to March 2020. The

second round of recruitment was carried out from September 2021 until April 2022, by a researcher contacting a wide range of companies with employed blue-collar workers with possible lifting tasks in the region of Zealand in Denmark. Measurements were performed on the second group from September 2021 to May 2022. The flow of participants and data in the study is shown in figure 1.

Inclusion and exclusion criteria

Enrollment of workplaces was based on: work tasks included OL which could be planned on certain days making it possible to observe and measure work days with and without OL in a controlled manner, and participating in project activities could take place during paid working hours. Participant inclusion criteria included being aged 18 – 65 years and full-time employed (≥ 26 hours/week). Workers were excluded by pregnancy, allergy to bandages, use of a pacemaker, physical impairments such as shoulder disorders, medical treatment for hypertension, and CVD of any kind, e.g. hypertension and myocardial infarction. The exclusion of participants with recognized CVD was based on the intention of this study to investigate the basic physiological mechanisms on healthy adults without bias from the use of medicine or diagnosis.

Ethical consideration

The study protocol was reviewed and approved by the Independent Ethics Committee (IEC) in Region Zealand (Journal number SJ-792) and the data protection authorities (REG-082-2019). Participation followed the Helsinki declaration (General Assembly of the World Medical) and no payment or remuneration was given. The participants were informed of the aim, methods, and implications of the study before signing informed consent. Participation involved no risk other than the possible discomfort of wearing the devices. However, participants showing an office BP of ≥ 160 systolic and/or ≥ 100 mmHg diastolic BP were advised to seek their general physician and further monitoring was cancelled.

Data collection

Data included baseline measurements followed by 2x24-hours technical measurement of ABP, HR and PA with three different types of portable monitors. Participants were asked to wear all monitors continually for 24 hours and to fill in a paper diary stating the time at work, the time in bed and the time of any periods spent without monitors. Based on the diary, the 24 hours of measurements were divided into time domains of work, leisure and bedtime for each participant for each measuring day. The order of the two measuring days (with/without OL) was alone determined by the employers.

Assessment of exposure

Exposure to OL was registered by direct observation by one of the three researchers during the participant's working hours on the work day including OL. That is, a researcher would observe the participant in field from the beginning until the end of that same work day. The researcher bringing a scale along and whenever possible weighing every single lifted object during work time. When not able to weigh the objects, the researcher would estimate the weight of the lifted object in consultation with the worker being observed; all of the participants were skilled in handling exactly those objects with only little variation in their respective job functions, which made them experts in the objects they were handling. All lifts $\geq 0,05$ kg, no matter the distance or time the object was handled, were registered - as long as the object was raised from the floor or any other surface by the participant. Pulling or pushing an object, even a heavy one for example a pig, would not count as a lift. When off work, the participant would go home continuing the diurnal measurements but with no further observation of lifted objects, since any lifted objects, the rest of the day wouldn't categorize as OL. Based on the total registration of lifts it was possible to determine the frequency of lifting and the total burden of OL, besides from the individual weight of all lifted objects, during that work day for each participant. During the day of measurement on a work day without OL, the participant would beforehand have received thorough instructions on how not to lift any heavy objects during this work day, since the sum of all lifted objects, including minor ones, should not exceed 300 kilos during work time that day. The researchers observing did not receive any formal training in how to observe OL, since the occupational areas were so diverse and the companies recruited by fly and

with short notice. But the procedure was discussed and agreed on internally among the researchers before every part of the field work, as well as ongoing interrater reliability tests in field were carried out initially for every new job function with OL.

Assessment of outcome

The primary outcome was ABP, which is known to have a higher prognostic value than office BP. ABP can reveal variation in BP for the whole day and the hemodynamic response to stressors (Hansen et al.; Aung and Htay). Thus, it is important to use 24-hours measures of BP in order to capture the cumulative repeated exposures of the cardiovascular system to hemodynamic forces when exposed to OL. ABP was measured by oscillometry as prescribed by the European Society of Hypertension (Stergiou et al.) using Spacelabs 90217 (Spacelabs Healthcare, Washington, U.S.A, www.spacelabshealthcare.com), a valid portable monitor worn at the waist with a tube connected to a cuff around the left upper-arm (Baumgart and Kamp).

The Spacelabs monitor was initialized with the Spacelabs Healthcare 2017 software (Sentinel v10.5.0.8939) to record the participant's ABP automatically every 20 minutes during the 24 hours. During measurement, the participants were instructed in keeping still and to stop talking. Failed measurements due to for example movement or a bent arm were automatically followed by a single new attempt of measurement after three minutes. Moreover, the participants were instructed on how to handle and remove the Spacelabs monitor during bathing.

HR was measured as a secondary outcome with an Actiheart monitor (CamNtech, Cambridgeshire, UK, www.camntech.com) mounted with Ag/AgCl pre-gelled electrodes (Ambu blue sensor VL-00-S/25, Ambu A/S, Ballerup, Denmark) at the validated position at the apex of the sternum with the wire horizontal to the left lateral intercostal (Brage et al.). Actiheart measures the raw electrocardiographic signals continuously with a sensitivity of 0.25 mV and calculates the HR from the R peaks in the QRS complex of the electrocardiogram. Actiheart monitors were initialized and data was downloaded using the Actiheart Software (version 4.0.116). HR data were filtered and physiological outliers (<

30 and > 220 beats/min) were excluded (McArdle et al.). Only HR measurements of more than 4 hours of duration within the separate time domains of work, leisure and bedtime and with < 50% beat error were included in the statistical analysis (Skotte et al.; Gupta et al.). Heart rate reserve (HRR) was defined as the difference between the estimated 24-hours maximal HR (HR_{max}), defined by the Tanaka equation (Tanaka et al.) and minimum HR (HR_{min}), defined as the tenth lowest recorded HR value during bed-time (Brage et al.), ($HRR = HR_{max} - HR_{min}$) (Karvonen et al.). RAW in percentage of heart rate reserve (%HRR), was calculated as

$$RAW = \frac{HR_{mean \text{ during work}}}{HRR} \times 100\%.$$

RAW is well documented to provide a measure of the physiological cardiorespiratory strain on the body depending on the work demands and cardiorespiratory fitness of the participant (Ilmarinen) and is on a group level comparable to per cent oxygen consumption (Astrand and Rodahl). Also, RAW in %HRR correlates highly with percent oxygen reserve, at the same time being both easier and cheaper collectable than oxygen uptake measurements, and is therefore, the preferred measure for relative aerobic strain and thus the intensity of the PA performed (Wu and Wang). A meta-analysis found that studies reporting relative aerobic strain as a measure of OPA were less prone to exposure misclassification (Cillekens et al.).

The additional secondary outcome of PA was technically measured by Axivity (Axivity, Newcastle, UK, www.axivity.com); a triaxial accelerometer taped directly on the skin using double-sided adhesive tape (3M, Hair-Set, St. Paul, Minnesota, USA) and a waterproof film (OpSite Flexifix, Smith & Nephew, London, England). One accelerometer was placed at 1) the upper part of the back at T1-T2 level, below processus spinosus, and another accelerometer was placed at 2) the front of the right thigh midway between the patella and crista illaca. Axivity was initialized and data was using Axivity Software Open movement version V1.0.0.30. Axivity recordings were only included in the statistical analyses if the specific time domain had a duration of at least 4 hours per day (Gupta et al.). All further data analyses and time synchronization were performed in the validated custom-made Acti4 software (Skotte et al.), which derives the duration and frequency of lying, sitting, standing (body posture) as well as stair climbing, running, biking and walking (i.e. PA) (Stemland et al.).

Assessment of covariates

Baseline measurements, collected initially to the diurnal measures, included a structured interview on medical history, lifestyle and working conditions as well as measurements of anthropometrics. Resting systolic and diastolic BP and resting HR were measured on the left arm three consecutive times after 10 min of sitting using an Omron Model M3 automatic upper arm validated oscillometric device (Omron Healthcare, produced in Vietnam). During measuring, the participant was asked to relax, not to speak and to sit upright. The lowest measured BP was registered as the office BP. Body mass index (BMI) was calculated using the equation $BMI = \frac{\text{bodyweight (kg)}}{\text{body height (m}^2\text{)}}$ (Canoy). Body mass (kg) and fat percentage (%) were measured by a Segmental Body Composition Monitor, Innerscan V, BC545N (TANITA, produced in Japan). Body height (m) was measured shoeless on a mobile stadiometer Seca 213 (Seca, produced in China).

Statistical analyses

The primary null hypothesis was that OL does not affect ABP during work. Secondly, we hypothesized that RAW and PA during work were not affected by OL. Additional analyses of ABP, RAW and PA during leisure and sleep were made, as well as 24-hour-effect on ABP. A power calculation on study size for ABP analyses was performed suggesting 50 participants with complete data.

All statistical analyses were performed in SAS statistical software for Windows (version 9.4) (SAS Institute, Cary, NS, US). Descriptive data were reported by mean and standard deviation (SD). The difference in ABP, RAW and PA, during days with and without OL was estimated by the use of repeated measures 2x2 linear mixed-models analysis. Classification of the day (with/without OL) was the fixed factor and each participant was inserted as random effect in the model. Statistical estimates of mean differences, standard error (SE) of the mean, and 95% confidence intervals (CI) during days with and without OL were reported in unadjusted models, spilt by time domain. Moreover, keeping the cross-over design in mind, and the assumption that none of the

confounding factors would change between the diurnal measurements, no adjustment to the statistical models was made. To quantify the magnitude of associations between the burden of OL (kg) and ABP and RAW during work, these associations were investigated in unadjusted linear regressions. Interclass correlation coefficient (ICC) estimates and their 95% confident intervals were calculated to evaluate the interrater reliability using SPSS version 28.0.0.0 based on a mean-rating (k=3), absolute-agreement, two way mixed-effects model, indicating the raters as fixed effects (Karstad et al.).

Results

Flow of participants and data

Initial contact was established with 16 pig farms and 69 companies with blue-collar workers in the region of Zealand, Denmark. Four farms and nine companies agreed to offer participation among their staff, and an information meeting was set up within each company. Each company supplied between two to six participants. Many of the workplaces which did not participate (12 farms and 60 companies) expressed practical or ethical difficulties in receiving the researchers in the workplaces or in planning OL-free work days for their employees. A total of 60 participants completed baseline measurements and questionnaires, representing 10 different occupational areas which were pig farming, carpentry, landscape gardening, cake factory, juice factory, paint store, laundry, warehouse, hospital kitchen and hospital depository. Seven participants were excluded from diurnal measurements after baseline measurements due to health issues, withdrawn consent, lack of contact or layoff; resulting in 53 workers and farmers completing diurnal measurements (figure 1).

In the analyses, we did not reach power of 50 complete datasets in all time domains, because some measurements had to be excluded due to either technical errors in the equipment, user errors when setting up the equipment, lack of compliance or imprecise measurements due to e.g. uncertain movement patterns. For instance, Axivity had difficulties in categorizing the participant's movements at times, which occasionally gave us imprecise measurements and periods of invalid data. Also, walking/moving while Spacelabs was measuring would cause missing ABP-recordings as explained in the methods section. The technical errors consisted of for example poor electrode contact of the Actiheart monitor to the participant's skin (e.g. because of sweating), unreliable battery or intern flaws on some devices, which gave fewer and inconsistent data. Also, many participants unconsciously and repeatedly touched the Actiheart-wire outside their clothes resulting in this losing contact with the electrodes on the skin. In some cases, the participants even removed their device, most often their ABP-monitor at night. Since the BP was measured automatically every 20th minutes and the humming

sound couldn't be turned off, some experienced discomfort during sleep. Hence, only 42 to 52 complete measurements in each time domain. I.e. work-, leisure- and bed-time, were included in the statistical analyses in each category (i.e. ABP, Actiheart- (AH) and Axivity (AX)) instead of 53 (figure 1).

Characteristics of the study population

Almost three-quarters of the participants (71.7%) were normotensive at baseline (office BP), defined as $\geq 140/\geq 90$ mmHg; here one must keep in mind that white coat hypertension can account for up to 30-40% of patients with elevated office BP (Williams et al.). Almost all of the participants had a 5-day working week of 37 hours 97% (n=42) (figure 1).

Analyses of outcome

Slightly larger ABP was seen on OL days compared to non-OL days during work (systolic $\Delta 1.79$ mmHg, 95%CI -4.49 – 8.08, diastolic $\Delta 0.43$ mmHg, 95%CI -0.80 – 1.65) and leisure (systolic $\Delta 1.12$ mmHg, 95%CI -5.08 – 7.31) (table 2). Also, 24-hour ABP was larger on OL days (systolic $\Delta 1.96$ mmHg, 95%CI -3.80 – 7.72, diastolic $\Delta 0.53$ mmHg, 95%CI -3.12 – 4.18). During leisure time the mean diastolic ABP however, was larger for non-OL days (diastolic $\Delta -0.38$ mmHg, 95%CI -4.12 – 3.36) and the same applied for bed-time ABP (systolic $\Delta -1.80$ mmHg, 95%CI -7.28 – 3.67, diastolic $\Delta -0.68$ mmHg, 95%CI -4.62 – 3.27). However, none of the ABP-results reached statistical significance.

Observations showed that the average total burden of the OL was 3853.8 kg per work day, SD 2535.2 kg, and the mean number of lifts during a work day was 1404.1 lifts with an SD of 1945.4, both illustrating a considerable variation between the participants regarding both total burden of OL, frequency of lifting and average burden per lifted items (table 1). When analyzing the linear association between ABP and the total burden of OL during a work day, we found a non-significant positive association (systolic $\beta 0.001$ mmHg/kg, 95%CI -0.001 – 0.003, diastolic $\beta 0.001$ mmHg/kg, 95%CI -0.0004 – 0.002), (figure 2). A positive, but also non-significant, association between the burden of OL and RAW during work-time likewise indicated that every extra kg lifted increased RAW by 0.001 %HRR ($\beta 0.001$ %HRR/kg, 95% CI -0.0003 – 0.003). Hence, an increase in

the total burden of OL of 1000 kg for one participant during a work day would be expected to increase his or her RAW by 1 %HRR. ICC estimates and their 95% confident intervals were 0.998 (95%CI 0.995 – 0.999) for total burden lifted and 0.992 (95%CI 0.975 – 0.997) for frequency of lift.

Exposure to OL significantly increased RAW during work time ($\Delta 7.74$ %HRR, 95%CI 3.75 – 11.91) (table 3) which reflects an increased intensity of OPA. During leisure- and bedtime, non-significant positive differences were seen for RAW (leisure $\Delta 0.77$ %HRR, 95%CI -2.28 – 3.81, bed-time $\Delta 0.15$ %HRR, 95%CI -1.82 – 2.12) (table 3).

OL significantly increased the volume of OPA (table 3) in terms of less work time spent sitting and standing and more work time spent walking than during non-OL days ($\Delta 4156.88$ steps, 95%CI 1898.83 – 6414.93, $\Delta -0.67$ hours of sitting time, 95%CI -1.25 – -0.10, $\Delta -0.52$ hours of standing time, 95%CI -1.03 – -0.01, $\Delta 0.48$ hours of walking time, 95%CI 0.18 – 0.78). During leisure, only minor differences in the volume of PA were seen with for example more steps following non-OL-days ($\Delta -455.83$ steps, 95%CI -1498.25 – 586.59). During bedtime, OL non-significantly increased the time spent lying ($\Delta -0.43$ hours lying, 95%CI -0.17 – 1.02).

Discussion

Main findings

This cross-over study found significantly increased RAW and volume of OPA as well as non-significantly raised ABP during work time and on 24-hours basis, on days including OL (table 2, 3). Overall OL increased both the *intensity* and *volume* of OPA. Previously, associations between OL and ABP, HR and volume of OPA have to the best of our knowledge not been assessed in parallel with direct observation of the burden of OL. Yet, three previous studies have investigated associations between OL and BP; Clays and colleagues (2012) found that self-reported exposure to high vs. low OL significantly increased ABP. Korshøj and colleagues (2020) found that self-reported exposure to OL increased BP among workers aged ≥ 50 years and especially among workers using an anti-hypertensive medication, and another study by Korshøj and colleagues (2021) found that self-reported exposure to OL seemed to increase the risk for hypertension,

but showed no effect of OL on BP. Thus, the few previous studies on associations between OL and BP indicate that OL hazardously affects BP and thereby risk for CVD, which is in line with the results from this study.

The reported magnitude of difference in RAW, between OL-days and non-OL-days, is clinically significant since it has earlier been shown that each 10% increase in RAW increases the risk of acute myocardial infarction among men by 18% (Krause et al.).

Consideration of possible mechanisms and explanations

Increases in BP during lifting are explained by the constriction of vessels due to contracting muscle fibres surrounding them, the elevated HR, and the pressor reflex, decreasing the diameter in the peripheral resistance arteries, which in turn increases peripheral circuit resistance and BP (MacDougall et al.; Sukhova et al.). In addition, HR will rise during lifting due to the increased activation of muscle fibres needing more oxygen as a higher amount of the muscle is activated. The finding of a likewise but minor increase in RAW during leisure- and bedtime, though not statistically significant, points towards not only an acute effect from OL on the cardiovascular system but also a sub-acute one, or a so-called spill-over effect from work into leisure and night. Thus, because some workers perform OL for several hours per day, many days per week, sufficient restitution between the bouts of cardiovascular strain might be difficult to achieve (Clays et al.; Holtermann et al.). This is in line with a recent study (Quinn et al.), whose results indicated that a full work day of OPA was associated with higher 24-hour HR and diastolic BP. In the long term, an elevated HR and BP will induce suboptimal shear stress on the arterial wall, increasing the risk of inflammation, hypertension, and eventually CVD (Glagov et al.; Chobanian et al.; Krause et al.; Olsen et al.).

In our study the spectrum of different occupational areas and work tasks was broad, and so was the type of OL. We investigated blue-collar workers from 10 different occupation areas, all of them with their particular patterns of OL, PA and handling goods/animals. For example, a warehouse worker or a kitchen employee would typically lift many lighter objects repeatedly and frequently throughout the day, while a carpenter or a pig farmer typically would lift fewer objects/animals less uniformly and predictably during the day, but with a significantly bigger weight per unit. Because of

the relatively small sample size, it was not possible to stratify the results on occupational area, but one could speculate that the cardiovascular responses to OL could differ depending on the OL pattern.

Strengths and limitations

The major strength of this study is the measurement of technical 24-hours ABP, HR and PA. Measurement of ABP has been shown to provide more reliable and accurate estimates of BP than isolated office measurements, and ABP has the advantage of being able to be split into time domains of work, leisure, and bed-time (Hansen et al.; Stergiou et al.). The assessment of OL by direct observation bypasses previous concerns about reporting bias (Stock et al.; Korshøj et al.). There might, however, exist variations in the estimation of the burden of OL, since the researchers performing the observation were not trained before the observation and the different occupational areas were relatively many with a lot of different objects to be lifted. However, the most frequent and heavy items were weighed by the researchers in field on a portable scale. ICC estimates indicated an excellent agreement (Koo and Li) between the raters' observation of total burden lifted and frequency of lifts. Also, it should be noticed that the precise burden of OL was not crucial for the findings in this study, as the main exposure was either +OL or -OL.

The repeated 24-hour measurements on the same participant ensure a high internal validity of the ABP, HR, and PA and the collection during normal work days guarantees a high external validity of exposure. We aimed to collect complete measurements on at least 50 participants with comparable work tasks of OL, cf. the power calculation. However, the difficulties in recruiting participants and companies and the economical frame and time available, allowed us to include only 60 participants from many different occupational areas (methods section and flow of data). Several of the participants experienced challenges in wearing the device, especially at night, which led to an exclusion of their measurements during periods of not-worn. On top of this, we faced technical errors on our measuring devices leaving even fewer measurements

reliable for analyses. All in all, we managed to meet our power calculations in some of the analyses (during work time and for 24h-ABP), but not all (figure 1, table 2 and 3).

Considering confounders, we did not adjust for diet, because when analyzing data collected in a cross-over study one should only consider adjusting for confounders known to differ between time points of data collection and to acutely affect the ABP. Diet has no immediate effect on BP with the possible exception of salt, caffeine or other stimulants, and in a future study, these factors as well as psychosocial stressors at home/work and quality and length of sleep could be considered a relevant confounder to include in future investigations of ABP. Also, a selection bias should be considered in this study since the inclusion criteria for participants were purposely restrictive in order to establish frontline evidence. This makes the study prone to healthy worker bias which could have diluted the results somehow (Cillekens et al.).

Impact of results

These results may contribute to the overall apprehension of the link and the underlying physiological mechanisms between high OPA and CVD. OL may infer an impact on worker health since approximately 31% of the Danish workforce and 32% of the European workers report exposure to OL regularly ($\geq 25\%$ of their working hours) (Sixth European Working Condition Survey 2015; Arbejde og Helbred). Hence, investigating these associations could reveal a potential for the prevention of cardiovascular damage and in the long run CVD among almost one-third of the Danish workforce by contributing to the groundwork of evidence for future recommendations and rehabilitation of elevated BP concerning OL.

So far, no precautionary principles exist regarding OL concerning cardiovascular health, as seen in sports (Williams et al.). In modern society, it is of uttermost importance to prevent and rehabilitate to uphold labour capacity in an ageing workforce facing the increasing prevalence of CVD in a still workable age (Koch et al.).

Concluding Remarks

The results of this study indicate that moderate to high OL increases the intensity of OPA, by significantly increasing RAW during working hours, and non-significantly raising ABP during working hours and 24 hours, to a magnitude clinically relevant at population level and thus potentially contributes to the rise in the risk of CVD. The volume of PA was significantly higher during work with OL than without.

Acknowledgements

We would like to thank Andreas Holtermann and Harald Hannerz for their valuable discussions and contribution to the conception of the initial idea leading to this study. We would also like to thank Jørgen Skotte for extensive technical support.

Data Availability

Data is available upon reasonable request to Mette Korshøj alongside approval by the regional data-protection agency of Region Zealand, Denmark. Other materials are available upon request to Mette Korshøj.

Conflict of interest declaration

The study was funded by grants from The Research Foundation for Health Science in Region Zealand (R17A20B11) and the Work Environment Foundation, Denmark (20205100731). The authors declare no conflict of interest relating to the material presented in this Article. Its contents, including any opinions and/or conclusions expressed, are solely those of the authors.

References

- Arbejde og Helbred. (2018). Book Arbejde og Helbred, City.
- Astrand P-O, Rodahl K. (1986) Textbook of work physiology New York. NY: McGraw-Hill.
- Aung K, Htay T. (2019) Relationship between outpatient clinic and ambulatory blood pressure measurements and mortality. *Current cardiology reports*; 21: 1-8.
- Baumgart P, Kamp J. (1998) Accuracy of the SpaceLabs Medical 90217 ambulatory blood pressure monitor. *Devices and Technology*; 3: 303-07.
- Brage S, Brage N, Franks PW, Ekelund U, Wareham NJ. (2005) Reliability and validity of the combined heart rate and movement sensor Actiheart. *European Journal of Clinical Nutrition*; 59: 561-70.
- Brage S, Brage N, Franks PW, Ekelund U, Wong MY, Andersen LB, Froberg K, Wareham NJ. (2004) Branched equation modeling of simultaneous accelerometry and heart rate monitoring improves estimate of directly measured physical activity energy expenditure. *Journal of Applied Physiology*; 96: 343-51.
- Campbell PT, White WB. (2017) Utility of ambulatory blood pressure monitoring for the management of hypertension. *Current opinion in cardiology*; 32: 365-72.
- Canoy D. (2008) Distribution of body fat and risk of coronary heart disease in men and women. *Current opinion in cardiology*; 23: 591-98.
- Chobanian AV, Bakris GL, Black HR, Cushman WC, Green LA, Izzo Jr JL, Jones DW, Materson BJ, Oparil S, Wright Jr JT. (2003) Seventh report of the joint national committee on prevention, detection, evaluation, and treatment of high blood pressure. *Hypertension*; 42: 1206-52.
- Cillekens B, Huysmans MA, Holtermann A, van Mechelen W, Straker L, Krause N, van der Beek AJ, Coenen P. (2022) Physical activity at work may not be health enhancing. A systematic review with meta-analysis on the association between occupational physical activity and cardiovascular disease mortality covering 23 studies with 655 892 participants. *Scandinavian journal of work, environment & health*; 48: 86.
- Clays E, De BD, Van HK, De BG, Kittel F, Holtermann A. (2012) Occupational and leisure time physical activity in contrasting relation to ambulatory blood pressure. *BMC.Public Health*; 12: 1002.
- Cornelissen VA, Fagard RH, Coeckelberghs E, Vanhees L. (2011) Impact of resistance training on blood pressure and other cardiovascular risk factors: a meta-analysis of randomized, controlled trials. *Hypertension*; 58: 950-58.
- Dalene KE, Tarp J, Selmer RM, Ariansen IKH, Nystad W, Coenen P, Anderssen SA, Steene-Johannessen J, Ekelund U. (2021) Occupational physical activity and longevity in working men and women in Norway: a prospective cohort study. *The Lancet Public Health*; 6: e386-e95.
- Feinberg JB, Møller A, Siersma V, Bruunsgaard H, Mortensen OS. (2022) Physical activity paradox: could inflammation be a key factor? *British Journal of Sports Medicine*.
- General Assembly of the World Medical A. (2014) World Medical Association Declaration of Helsinki: ethical principles for medical research involving human subjects. *J Am Coll Dent*; 81: 14-18.
- Glagov S, Zarins C, Giddens DP, Ku DN. (1988) Hemodynamics and Atherosclerosis - Insights and Perspectives Gained from Studies of Human Arteries. *Archives of Pathology & Laboratory Medicine*; 112: 1018-31.
- Gupta N, Christiansen CS, Hallman DM, Korshøj M, Carneiro IG, Holtermann A. (2015) Is objectively measured sitting time associated with low back pain? A cross-sectional investigation in the NOMAD study. *PLoS.One.*; 10: e0121159.
- Hansen TW, Kikuya M, Thijs L, Bjørklund-Bodegård K, Kuznetsova T, Ohkubo T, Richart T, Torp-Pedersen C, Lind L, Jeppesen J, et al. (2007) Prognostic superiority of

daytime ambulatory over conventional blood pressure in four populations: a meta-analysis of 7,030 individuals. *J Hypertens.*; 25: 1554-64.

Hardy ST, Loehr LR, Butler KR, Chakladar S, Chang PP, Folsom AR, Heiss G, MacLehose RF, Matsushita K, Avery CL. (2015) Reducing the blood pressure-related burden of cardiovascular disease: impact of achievable improvements in blood pressure prevention and control. *Journal of the American Heart Association*; 4: e002276.

Holtermann A, Krause N, van der Beek AJ, Straker L. (2018) The physical activity paradox: six reasons why occupational physical activity (OPA) does not confer the cardiovascular health benefits that leisure time physical activity does. *Br J Sports Med*; 52: 149-50.

Holtermann A, Schnohr P, Nordestgaard BG, Marott JL. (2021) The physical activity paradox in cardiovascular disease and all-cause mortality: the contemporary Copenhagen General Population Study with 104 046 adults. *European heart journal*.

Ilmarinen J. (2001) Ageing workers in Finland and in the European Union: Their situation and the promotion of their working ability, employability and employment. *Geneva Papers on Risk and Insurance-Issues and Practice*; 26: 623-41.

Karstad K, Rugulies R, Skotte J, Munch PK, Greiner BA, Burdorf A, Søgaard K, Holtermann A. (2018) Inter-rater reliability of direct observations of the physical and psychosocial working conditions in eldercare: An evaluation in the DOSES project. *Applied ergonomics*; 69: 93-103.

Karvonen MJ, Kentala E, Mustala O. (1957) The effects of training on heart rate; a longitudinal study. *Ann Med Exp Biol Fenn*; 35: 307-15.

Koch M, Lunde L-K, Gjulem T, Knardahl S, Veiersted KBJPO. (2016) Validity of questionnaire and representativeness of objective methods for measurements of mechanical exposures in construction and health care work. 11.

Koo TK, Li MY. (2016) A guideline of selecting and reporting intraclass correlation coefficients for reliability research. *Journal of chiropractic medicine*; 15: 155-63.

Korshøj M, Hannerz H, Frikke-Schmidt R, Marott JL, Schnohr P, Clays E, Holtermann A. (2021) Occupational lifting and risk of hypertension, stratified by use of anti-hypertensives and age-a cross-sectional and prospective cohort study. *BMC public health*; 21: 1-11.

Korshøj M, Hannerz H, Marott JL, Schnohr P, Prescott E, Clays E, Holtermann A. (2020) Does occupational lifting affect the risk of hypertension? Cross-sectional and prospective associations in the Copenhagen City Heart Study. *Scandinavian journal of work, environment & health*; 46: 188-97.

Korshøj M, Lidegaard M, Kittel F, Van HK, De BG, De BD, Holtermann A, Clays E. (2015) The relation of ambulatory heart rate with all-cause mortality among middle-aged men: a prospective cohort study. *PLoS.One.*; 10: e0121729.

Krause N, Brand RJ, Arah OA, Kauhanen J. (2015) Occupational physical activity and 20-year incidence of acute myocardial infarction: results from the Kuopio Ischemic Heart Disease Risk Factor Study. *Scand.J Work Environ Health*; 41: 124-39.

Li Q, Li R, Zhang S, Zhang Y, He P, Zhang Z, Liu M, Zhou C, Li H, Liu C. (2021) Occupational physical activity and new-onset hypertension: a nationwide cohort study in China. *Hypertension*; 78: 220-29.

MacDougall JD, Tuxen D, Sale DG, Moroz JR, Sutton JR. (1985) Arterial blood pressure response to heavy resistance exercise. *J Appl.Physiol (1985.)*; 58: 785-90.

Mach C, Foster C, Brice G, Mikat RP, Porcari JP. (2005) Effect of exercise duration on postexercise hypotension. *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention*; 25: 366-69.

McArdle WD, Katch FI, Katch VL. (2010) *Exercise physiology: nutrition, energy, and human performance*: Lippincott Williams & Wilkins.

Olsen MH, Angell SY, Asma S, Boutouyrie P, Burger D, Chirinos JA, Damasceno A, Delles C, Gimenez-Roqueplo AP, Hering D, et al. (2016) A call to action and a lifecourse strategy to address the global burden of raised blood pressure on current and future generations: the Lancet Commission on hypertension. *Lancet*; 388: 2665-712.

Petersen CB, Eriksen L, Tolstrup JS, Søgaard K, Grønbaek M, Holtermann A. (2012) Occupational heavy lifting and risk of ischemic heart disease and all-cause mortality. *BMC.Public Health*; 12: 1070.

Quinn TD, Kline CE, Nagle E, Radonovich LJ, Alansare A, Gibbs BB. (2021) Cardiovascular responses to physical activity during work and leisure. *Occupational and Environmental Medicine*.

———. (2022) Cardiovascular responses to physical activity during work and leisure. *Occupational and Environmental Medicine*; 79: 94-101.

Roth GA, Abate D, Abate KH, Abay SM, Abbafati C, Abbasi N, Abbastabar H, Abd-Allah F, Abdela J, Abdelalim A. (2018) Global, regional, and national age-sex-specific mortality for 282 causes of death in 195 countries and territories, 1980–2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *The Lancet*; 392: 1736-88.

Sixth European Working Condition Survey 2015. (2015). Book Sixth European Working Condition Survey 2015, City.

Skotte J, Korshøj M, Kristiansen J, Hanisch C, Holtermann A. (2014) Detection of physical activity types using triaxial accelerometers. *J.Phys.Act.Health*; 11: 76-84.

Stemland I, Ingebrigtsen J, Christiansen CS, Jensen BR, Hanisch C, Skotte J, Holtermann A. (2015) Validity of the Acti4 method for detection of physical activity types in free-living settings: comparison with video analysis. *Ergonomics*; 58: 953-65.

Stergiou GS, Asmar R, Myers M, Palatini P, Parati G, Shennan A, Wang J, O'Brien E, Monitoring ESoHWGoBP. (2018) Improving the accuracy of blood pressure measurement: the influence of the European Society of Hypertension International Protocol (ESH-IP) for the validation of blood pressure measuring devices and future perspectives. Book *Improving the accuracy of blood pressure measurement: the influence of the European Society of Hypertension International Protocol (ESH-IP) for the validation of blood pressure measuring devices and future perspectives*, City: LWW.

Stock SR, Fernandes R, Delisle A, Vezina N. (2005) Reproducibility and validity of workers' self-reports of physical work demands. *Scandinavian Journal of Work Environment & Health*; 31: 409-37.

Sukhova GK, Schonbeck U, Rabkin E, Schoen FJ, Poole AR, Billingham RC, Libby P. (1999) Evidence for increased collagenolysis by interstitial collagenases-1 and -3 in vulnerable human atheromatous plaques. *Circulation*; 99: 2503-09.

Tanaka H, Monahan KD, Seals DR. (2001) Age-predicted maximal heart rate revisited. *Journal of the American College of Cardiology*; 37: 153-56.

Williams B, Mancia G, Spiering W, Rosei EA, Azizi M, Burnier M, Clement DL, Coca A, de Simone G, Dominiczak A. (2019) 2018 ESC/ESH Guidelines for the management of arterial hypertension. *Kardiologia polska*; 77: 71-159.

Williams MA, Haskell WL, Ades PA, Amsterdam EA, Bittner V, Franklin BA, Gulanick M, Laing ST, Stewart KJ. (2007) Resistance exercise in individuals with and without cardiovascular disease: 2007 update: a scientific statement from the American Heart Association Council on Clinical Cardiology and Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism. *Circulation*; 116: 572-84.

Wu HC, Wang MJJ. (2002) Relationship between maximum acceptable work time and physical workload. *Ergonomics*; 45: 280-89.

Zhang D, Shen X, Qi X. (2016) Resting heart rate and all-cause and cardiovascular mortality in the general population: a meta-analysis. *Cmaj*; 188: E53-E63.

Tables

Table 1 Descriptive information of the study population, N=60.

Category	Mean	SD	%[n]
Age (years)	40.8	13.44	
Sex (% female)			45% [27]
BMI (kg/m ²)	25.4	5.86	
BMI ≥ 30 kg/m ²			16.7% [10]
Fat%	26.5	9.34	
Smoking (%daily/regularly)			30.5% [18]
Office systolic blood pressure (mmHg)	130.4	16.3	
Office diastolic blood pressure (mmHg)	81.7	11.1	
Hypertensive at health check (>140/90 mmHg)			28.3% [17]
Resting heart rate at health check (bpm)	75.0	12.7	
Born outside Denmark			23.7% [14]
Education (% that had a medium length secondary education, i.e. ≥3 years of secondary education)			45.6% [26]
Job seniority in current occupation (years)	13.3	12.7	
Self-rated health (%good or above)			37.3% [22]
Self-rated fitness (%above average)			30.6% [18]
Self-reported occupational physical activity			
Mostly standing and walking			11.9% [7]
Mostly standing and walking with occupational lifting			72.9% [43]
Pushing and pulling during work (% ≥50% of working hours)			23.7% [14]
Carrying and lifting during work (% ≥50% of working hours)			49.2% [29]
Arms raised during work (≥50% of working hours)			55.9% [33]
Bended/twisted back during work (≥50% of working hours)			15.3% [9]
Self-reported most frequent lifting burden at work			
<3 kg			23.7% [14]
3-10 kg			33.9% [20]
11-29 kg			35.4% [15]
30-49 kg			13.6% [8]
≥50 kg			3.4% [2]
Leisure time physical activity			
Inactive, light physical activity <2 hours/week			8.5% [5]
Light physical activity 2-4 hours/week			16.9% [10]
Light physical activity >4 hours/week or moderate physical activity 2-4 hours/week			61.0% [36]
Moderate to vigorous physical activity >4 hours/week			13.6% [8]
Occupational lifting (by observation)			
Total burden of lifted objects (kg)	3853.8	2535.2	
Total number of lifts	1404.1	1945.4	
Average burden per lifted items (kg)	9.39	8.97	

BMI Body Mass Index bpm beats per minute.

Table 2 Ambulatory blood pressure (ABP). Group means and differences between days with and without occupational lifting.

	+LIFT Mean	-LIFT Mean	Δ	SE	95% CI
Work					
Systolic ABP (mmHg) n=50	132.47	130.68	1.79	3.16	-4.49 – 8.08
Diastolic ABP (mmHg) n=50	84.59	84.16	0.43	0.63	-0.80 – 1.65
Leisure					
Systolic ABP (mmHg) n=43	128.00	126.89	1.12	3.11	-5.08 – 7.31
Diastolic ABP (mmHg) n=43	78.84	79.22	-0.38	1.88	-4.12 – 3.36
Bed-time					
Systolic ABP (mmHg) n=42	106.65	108.46	-1.80	2.75	-7.28 – 3.67
Diastolic ABP (mmHg) n=42	62.42	63.10	-0.68	1.98	-4.62 – 3.27
24h					
Systolic ABP (mmHg) n=50	124.38	122.43	1.96	2.90	-3.80 – 7.72
Diastolic ABP (mmHg) n=50	76.55	76.02	0.53	1.84	-3.12 – 4.18

+LIFT diurnal measurement on a workday with occupational lifting, *-LIFT* diurnal measurement on a workday without occupational lifting *ABP* ambulatory blood pressure, Δ delta (*+LIFT minus -LIFT*), *SE* standard error, *95% CI* 95% confidence interval

Table 3 Relative aerobic workload and accelerometer parameters stratified in days with and without occupational lifting. Mean during days with and without occupational lifting, differences between days, standard error and 95% confidence intervals.

	+LIFT Mean	-LIFT Mean	Δ	SE	95% CI
Work					
RAW (%HRR), n=50	33.22	25.48	7.74	2.10	3.57 – 11.91
Sitting time (hours/workday), n=52	1.40	2.08	-0.67	0.29	-1.25 – -0.10
Standing time (hours/workday), n=52	2.56	3.07	-0.52	0.26	-1.03 – -0.01
Walking time (hours/workday), n=52	1.71	1.23	0.48	0.15	0.18 – 0.78
Steps, n=52	12894.49	8737.61	4156.88	1137.10	1898.83 – 6414.93
Leisure					
RAW (%HRR), n=43	21.47	20.71	0.77	1.53	-2.28 – 3.81
Sitting time (hours in leisure), n=43	3.61	3.68	-0.07	0.33	-0.72 – 0.59
Standing time (hours in leisure), n=43	0.95	1.05	-0.11	0.13	-0.36 – 0.15
Walking time (hours in leisure), n=43	0.43	0.49	-0.06	0.08	-0.22 – 0.09
Lying time (hours in leisure), n=43	0.87	0.86	0.01	0.26	-0.51 – 0.53
Steps n=43	2958.57	3414.40	-455.83	523.83	-1498.25 – 586.59
Bed-time					
RAW (%HRR), n=43	12.78	12.63	0.15	0.99	-1.82 – 2.12
Lying time (hours in bed), n=44	7.50	7.07	0.43	0.30	-0.17 – 1.02

+LIFT diurnal measurement on a workday with occupational lifting, -LIFT diurnal measurement on a workday without occupational lifting RAW relative aerobic workload %HRR percentage of heart rate reserve, Δ delta (+LIFT minus -LIFT), SE standard error, 95% CI 95% confidence interval.

Figures

Figure 1

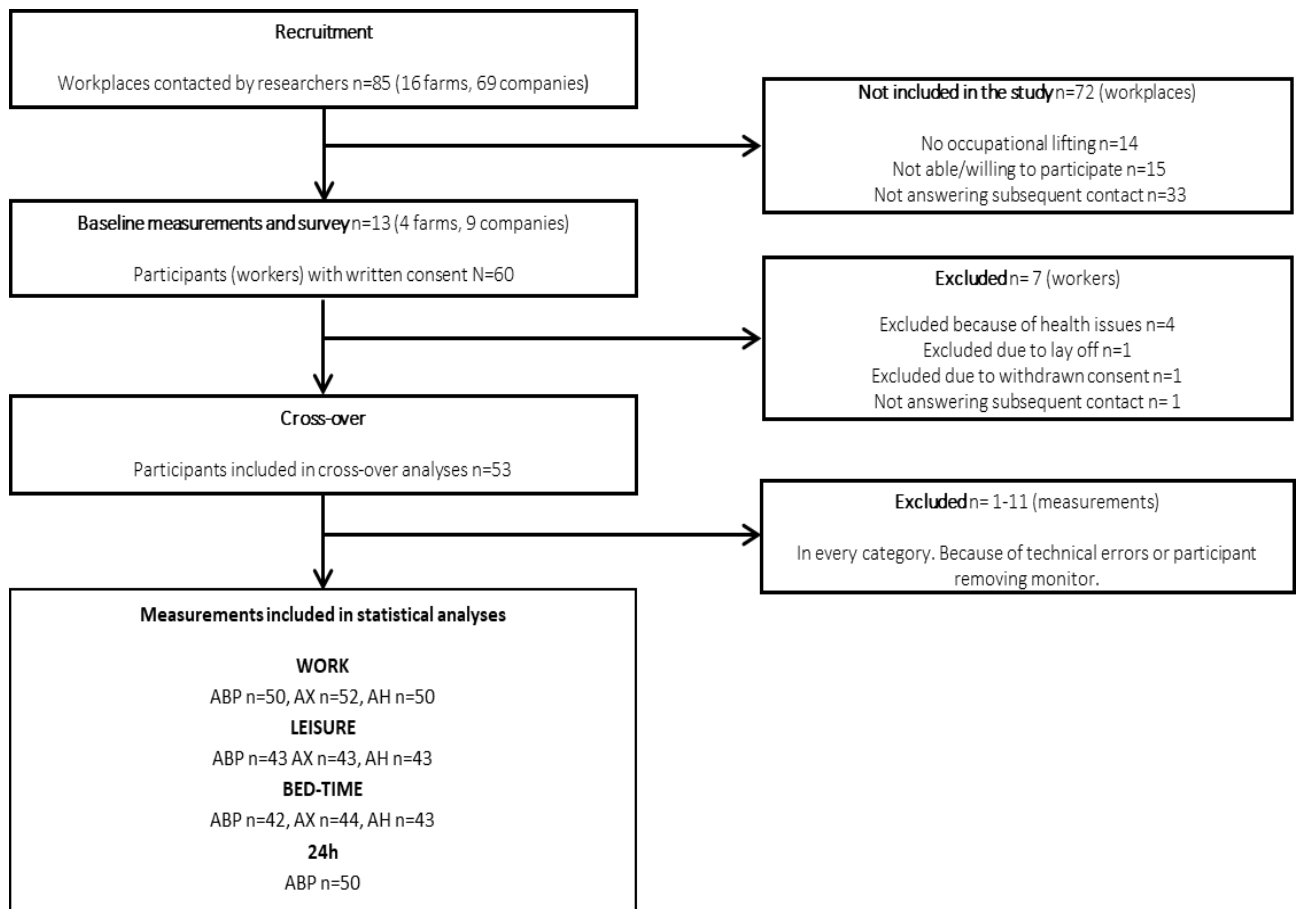
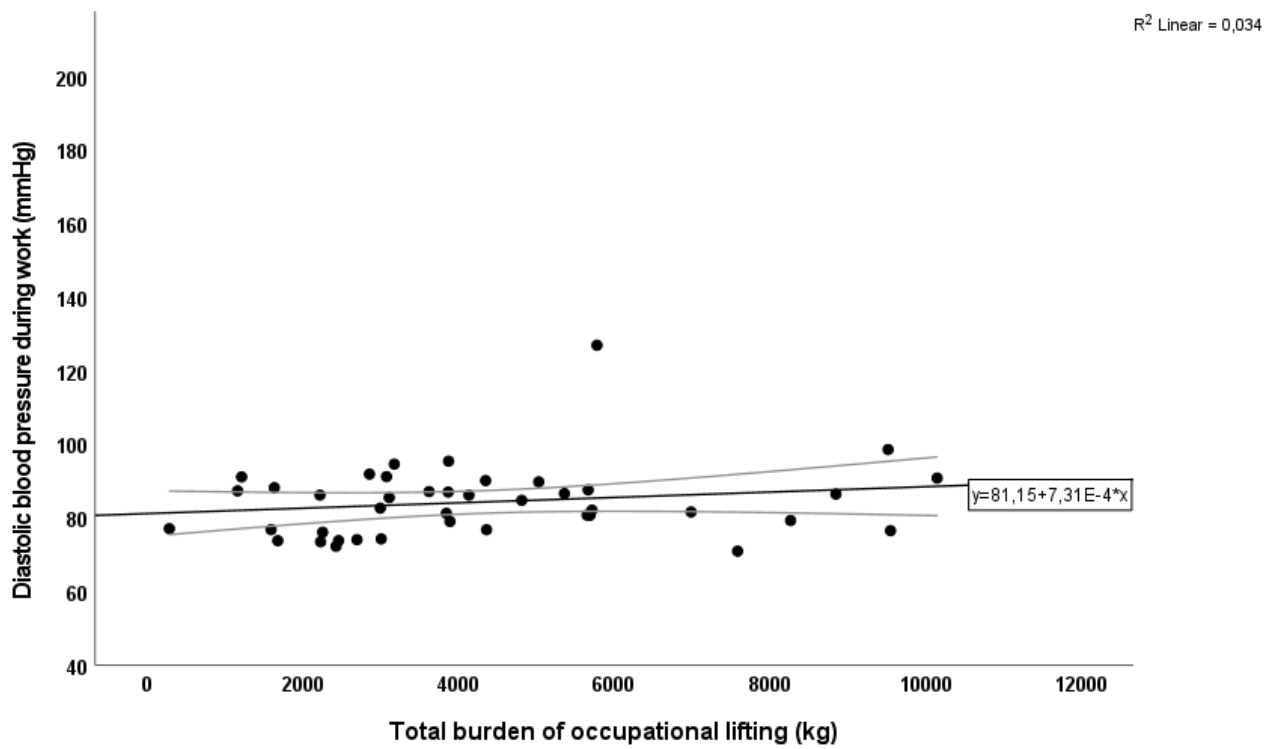
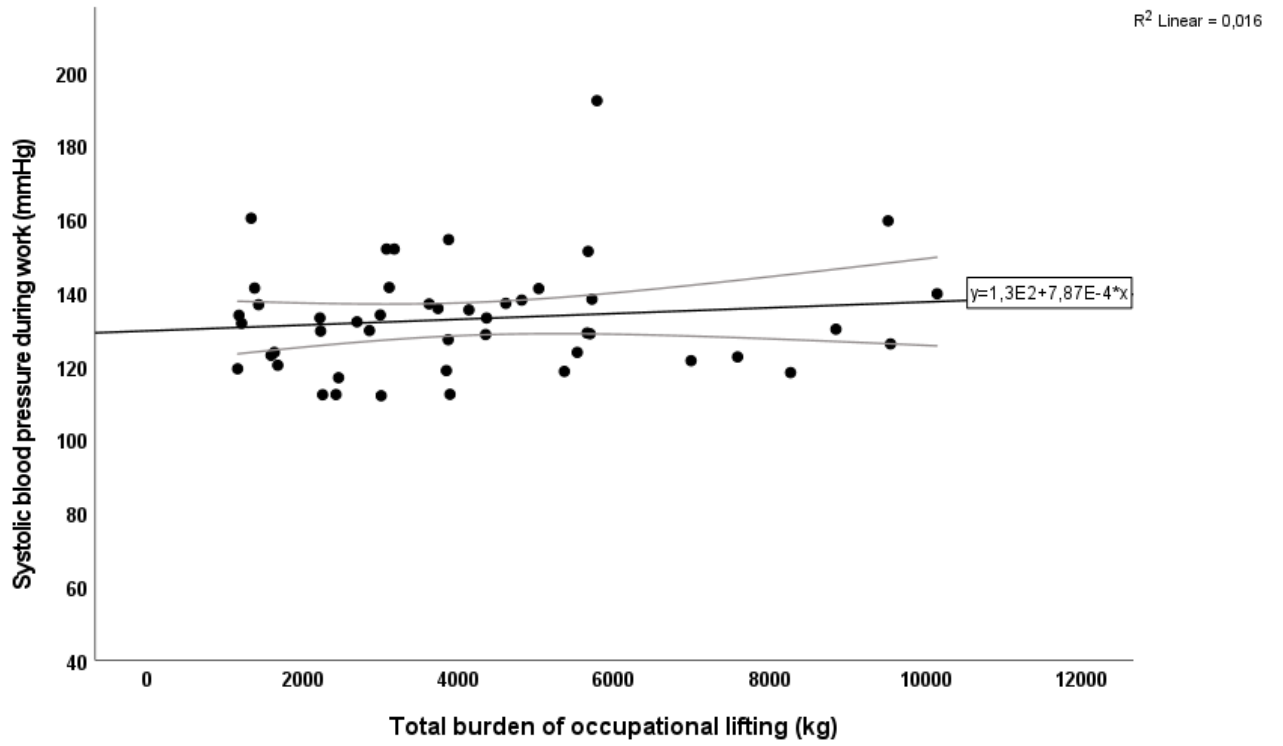


Figure 1 Flow chart of the study population. ABP ambulatory blood pressure, AX Axivity, AH Actiheart

Figure 2



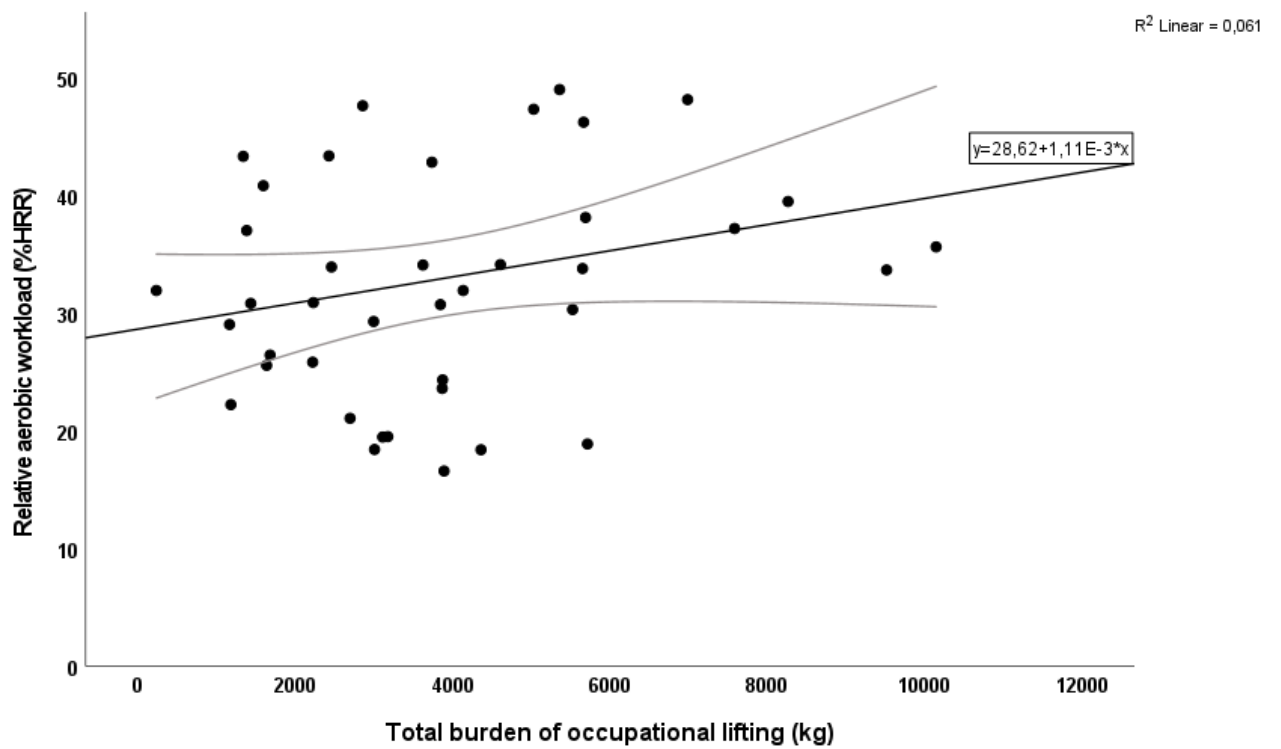


Figure 2 Associations, all statistically non-significant, between the total burden of occupational lifting and A. systolic ambulatory blood pressure during work, B. ambulatory diastolic blood pressure during work, and C. relative aerobic workload during work.
 %HRR percentage of heart rate reserve