

# **EKG- och blodtrycksvariabilitet - nya metoder för screening inom företagshälsovård.**

Författare: Joel Olsson

Handledare: Anders Knutsson

Projektarbete vid Uppsala Universitets  
Företagsläkarutbildning 2008/09

## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

<b>SAMMANFATTNING</b> .....	3
<b>INLEDNING</b> .....	4
<b>SYFTE OCH FRÅGESTÄLLNINGAR</b> .....	5
<b>UNDERSÖKT GRUPP</b> .....	5
Population .....	5
Informerat samtycke .....	5
Etisk prövning .....	5
<b>MÄTMETODER</b> .....	6
Utrustning .....	6
24-timmars BT-registrering .....	6
Hjärtfrekvensanalys .....	7
Sömnapné .....	7
SE-skalan .....	7
Shirom-Melamed utbrändhetsformulär .....	7
Analyser .....	7
<b>RESULTAT</b> .....	8
Generellt .....	8
Hälsokontroller .....	8
Fallbeskrivningar (patologiska värden anges med fet/kursiv/röd text) .....	8
Tabell 1. ....	8
Fallbeskrivning 1 .....	8
Fallbeskrivning 2 .....	9
Fallbeskrivning 3 .....	10
Fallbeskrivning 4 .....	10
Fallbeskrivning 5 (enbart registrering under arbetspass) .....	11
Fallbeskrivning 6 (enbart registrering under arbetspass) .....	11
<b>DISKUSSION</b> .....	13
<b>SLUTSATSER</b> .....	15
<b>REFERENSER</b> .....	15

## SAMMANFATTNING

Titel: EKG- och blodtrycksvariabilitet - nya metoder för screening inom företagshälsovård

Författare: Joel Olsson

Handledare: Anders Knutsson

Projektarbete vid Uppsala Universitets Företagsläkarutbildning 2008/09

En av företagshälsovårdens (FHV) viktigaste uppgifter är att tidigt upptäcka och förebygga arbetsrelaterad ohälsa. Ny teknik har nu kommit som möjliggör 24-timmars simultan registrering av blodtryck (BT) och EKG. Den andningsrelaterade variabiliteten i hjärtfrekvens kan analyseras med spectralanalys som beskriver aktiviteten i det autonoma nervsystemet. Signalstyrkan inom det låga frekvensområdet (LF) är relaterad till baroreceptormedierad blodtryckskontroll och anses vara en indikator för både sympatisk och parasympatisk aktivitet. På samma sätt är signalstyrkan inom det högfrekventa området (HF) relaterad till den parasympatiska aktiviteten i det autonoma nervsystemet. Förändringar inom och mellan dessa två frekvensband ses vid låg fysisk aktivitet, psykosocial stress, kranskärslshjärtsjukdom, hjärtförstoring, rytmrubbningar och tidigt i utvecklingen av högt blodtryck. Ett tredje band med mycket låg frekvens, VLFI, är kopplat till förekomst av obstruktivt sömnapné syndrom (OSA).

Målet med denna studie var att utvärdera om dessa nya mätmetoder skulle kunna utgöra ett komplement till traditionell hälsoundersökning inom företagshälsovård. Efter att ha genomgått en traditionell hälsokontroll följdes 15 skiftarbetare och 15 tjänstemän  $\geq 48$  år under ett arbetsdygn och ett ledighetsdygn med 24-timmars registrering av kontinuerligt EKG och intermittent BT. Efter varje dygn besvarades enkäter om stress och utmattningssymtom. Resultaten i denna studie utgör en kvalitativ analys av sex av deltagarnas EKG och blodtrycksregistreringar.

Innan försöket fick personalen åtta timmars utbildning bestående av praktisk genomgång av apparaturens handhavande följt av teoretisk utbildning i mjukvara och mätteknik. De upplevde apparaturen lätt att hantera och den medförde heller inga större obehag för försökspersonerna, inte ens nattetid. Hos 18 av 20 försökspersoner överensstämde det ursprungliga viloblodtrycket med blodtrycksförändringarna över dygnet. En person uppvisade ett "white coat pressure" medan en annan, initialt normotensiv person uppvisade förhöjt BT under dygnet. En enligt hälsoundersökningen frisk person uppvisade mycket höga LF/HF kvoter under och efter nattskiftet kombinerat med frekventa VES som ökade under ansträngning. Hälften av alla personer hade förhöjda LF/HF kvoter vid spectralanalys, indikerande höga sympaticuspåslag, med hög korrelation mellan dag- och nattvärden. Förhöjt VLFI% sågs hos 14/28 personer. Stress- och utmattningsformulären gav generellt låga värden i denna population. Kombinationen högt BMI, OSA, hög sympaticustonus och hypertoni sågs hos flera försökspersoner.

Sammanfattningsvis gav mätningarna ny information hos en övervägande del av försökspersonerna vilket i många fall ändrade den kliniska handläggningen. Apparat som denna fördjupar på ett hanterligt sätt diagnostiken och skulle definitivt bidra till att stärka FHV:s hälsopreventiva funktion.

## INLEDNING

En av företagshälsovårdens (FHV) viktigaste uppgifter är att tidigt upptäcka och förebygga arbetsrelaterad ohälsa. Det är väl beskrivet hur skiftarbete påverkar blodtryck och puls såväl under arbetspasset som under sömnen natten efter nattskiftet (1,2). Högt blodtryck är också ett av flera symtom orsakat av hög stressnivå beroende på hetsigt arbetstempo, dålig nattsömn och psykologisk pressande arbetsvillkor (3,4,5). Blodtrycks- och pulsförändringarna kan vara orsakade av såväl cirkulerande hormoner i blodet, som t ex adrenalin, noradrenalin och cortison, som via nervsignaler i det inre nervsystemet, dvs. störningar i sympaticus/parasympaticus. Hormonella faktorer kan lätt mätas i blodet medan störningar i det inre nervsystemet har varit svårare att objektivt påvisa och kvantifiera. Ny teknik möjliggör nu 24-timmars simultan registrering av blodtryck, EKG och kroppsposition.

24-timmars registrering av blodtryck och EKG i forskning och klinik är en väl etablerad metod i både forskning och klinisk verksamhet (6,7). Aktuell forskning har visat att skiftarbetare kan få störning i sin blodtrycksreglering med minskad dygnsrytmik (8). Normalt brukar blodtrycket sjunka under natten, vilket man tror är ett resultat av minskad sympaticus-tonus och ökad vagustonus (9). Hos vissa sker inte detta (non-dippers). Detta är förenat med ökad risk för organskada på njurar, kärl, hjärta och hjärna (10). Non-dippers har också oftare sömnproblem (11). Skiftarbetare har visats växla över till non-dippers under sömnen efter det första nattpasset (8). Enstaka studier har visat att förekomsten av extraslag ökar vid arbete på natten, jämfört med arbete på dagen (12,13).

Genom avancerad matematisk analys av insamlade data kan inte bara blodtryck och puls mätas under dygnets olika faser utan även separat nervös aktivitet i det inre nervsystemets två delar, det sympatiska och parasympatiska nervsystemen (14). En spectralanalys av pulsintervallen i ett EKG resulterar tre olika komponenter eller frekvensband:

1. Hög frekvens bandet (HF = 0,15-0,40 Hz) vilket är en kvantitativ markör för aktiviteten i det parasympatiska nervsystemet (15).
2. Låg frekvens bandet (LF = 0,05-0,15 Hz) vilket markerar aktiviteten i det sympatiska nervsystemet. Förändringar inom och mellan dessa två frekvensband ses vid låg fysisk aktivitet, psykosocial stress, kranskärslssjukdom, hjärtförstoring, rytmrubbningar och tidigt i utvecklingen av högt blodtryck (16).
3. Ultralåg frekvens bandet (VLF = 0,00 – 0,04 Hz) är starkt korrelerat till förekomst av nattlig snarkning med andningsuppehåll (17).

Sympaticus minskar sin aktivitet under natten och ökar på morgonen och dagen när man är vaken och arbetar (18). I en japansk studie av skiftarbetande sjuksköterskor visades att de skiftarbetade hade ett högre sympaticuspåslag än de daggående (19). Studier har också påvisat hur stresshanteringsbehandling och fysisk träning har normaliserat sjukliga förändringar i det inre nervsystemet (20).

24-timmars registrering av EKG och blodtryck är sedan flera år en etablerad metod inom klinisk fysiologi och kardiologi. Inom primärvård och FHV har metoden inte ännu används. I denna studie vill vi undersöka om metoden är användbar inom företagshälsovården.

## **SYFTE OCH FRÅGESTÄLLNINGAR**

Denna kvalitativa analys är en första rapport som syftar till att utvärdera om ambulatorisk 24-timmars registrering av ambulatorisk mätning av EKG och blodtryck är praktiskt användbar inom företagshälsovårdens arbete. Kan 24-timmarsregistrering tillföra ytterligare och kliniskt användbar information vid hälsokontroller och patientutredningar? En kvantitativ analys kommer att rapporteras när alla data är insamlade.

## **UNDERSÖKT GRUPP**

### **Population**

Den studerade populationen utgjorde fast anställda personer som var 48 år eller äldre. Eftersom denna datainsamling skulle användas för både kvalitativ och kvantitativ analys gjordes ett slumpmässigt urval av 15 skiftarbetare och 15 dagarbetare (1 kvinna och 29 män). I denna kvalitativa analys har sex av de 20 första personerna som avslutat 24-timmars registreringen medtagits.

### **Informerat samtycke**

Brev med "Information till försökspersoner" skickades till utvalda deltagare. Några dagar efter brevutskicket ringde personal från företagshälsovården upp, informerade ytterligare och frågade om medgivande. Detta noterades i patientens medicinska journal.

### **Etisk prövning**

Projektet godkändes efter forskningsetisk prövning vid Regionala Etikprövningsnämnden vid Umeå Universitet.

## MÄTMETODER

Studien utfördes vid SCA:s företagshälsovårdsmottagning i Sundsvall, en intraprenad bestående av en läkare och 10 övrig personal. Den personal vid företagshälsovården som deltog i projektet var två företagssköterskor och en företagsläkare. 24-timmars registrering gjordes av företags-sköterskorna. Före projektet startade genomgick personalen en 8 timmars utbildning bestående av praktisk genomgång av apparaturens handhavande följt av teoretisk utbildning i mjukvara och mätteknik.

Försökspersonen kallades till företagshälsovården (FHV) sent en eftermiddag i slutet av en "ledig" skiftperiod. Han försågs med mätapparaturen och skriftliga instruktioner hur apparaturen fungerar och hur han ska hantera den i olika situationer. Efter 1 dygn återkom försökspersonen till FHV, utrustningen togs av och han fick svara på två frågeformulär om pågående stress och "utbrändhet".

Andra försöksperioden förlades till det första dygnet med nattsift i en arbetsperiod efter föregående viloperiod. Applicering (eftermiddag – eftermiddag), hantering av mätapparaturen och frågeformulären var identiska som vid första försöket.

### Utrustning

Triolter kombinerad EKG- och BT-enhet med EKG kabel och BT manschett. (Triolter™, Novacor, 92508 Rueil-Malmaison, Frankrike). Mjukvara HolterSoft Ultima med option för blodtryck, HRV och sömnapné (VLFI). EKG-elektroder Ambu Blue Sensor VLC. Kroppsstrumpa Hartman Stülpa-Fix. Under 24 timmar registrerades 5-ledar EKG, blodtryck och kroppsläge.

Kostnaderna för apparatur, material och personal beräknades till ca 200.000 kr. Hälften av dessa pengar beviljades från Sociala fonden vid SCA och hälften tillskotts från SCA Forest Products AB.

Investering:	Apparatur och analysprogram 150.000 kr
Förbrukningsmaterial:	Obetydliga (tejp, EKG-elektroder mm)
Personaltid:	Förberedelser ca 50 tim, försök ca 200 tim

### 24-timmars BT-registrering

Följande gränser användes för att evaluera blodtrycket över dygnet.

Dipping kännetecknas av att blodtrycket sjunker mer än 10% under natten.

	Normalt	Förhöjt
Medel BT dag	$\leq 135/85$	$> 140/90$
Medel BT dygn	$< 130/80$	$> 135/85$
Medel BT natt	$< 120/70$	$> 125/75$

## Hjärtfrekvensanalys.

Under ett dygn registreras ungefär 100.000 hjärtslag. Med hjälp av mjukvaran HolterSoft Ultima™ identifierades alla QRS-komplex och delades upp i normala komplex, SVES, VES eller störningar. Därefter sker en manuell efterkontroll av alla oklara EKG-komplex och störningar för att få klart definierade R-R intervall. Variationen i avstånden mellan dessa intervall utgör grunden för den matematiska spectralanalys som resulterar i tre olika komponenter eller frekvensband: -HF-bandet (0,15-0,40 Hz) vilket är en kvantitativ markör för aktiviteten i det parasympatiska nervsystemet, LF-bandet (0,05-0,15 Hz) vilket markerar aktiviteten i det sympatiska och parasympatiska nervsystemet och VLF-bandet (se nedan). Kvoten LF/HF anses utgöra ett relativt robust mått på sympaticustonus (14).

## Sömnapné

VLF-bandet (0,00 – 0,04 Hz) är starkt korrelerat till förekomst av nattlig snarkning med andningsuppehåll. Andelen VLF i procent av den totala variansen anges som VLF1% där värden > 2,4% hittar obstruktiv sömnapné med 87% sensitivitet och 52% specificitet. Höjs gränsvärdet till 4 erhålls 99% sensitivitet (20).

## SE-skalan

Stress-Energi-skalan (SE-skalan) - Aktuell upplevd stressnivå respektive energinivå (sinnestillstånd) mätt med adjektivchecklista (22). Vardera dimensionen mäts med sex adjektiv varav tre tillhör den positiva och tre den negativa delen av respektive dimension. En sexgradig svarsskala används där 0 betecknar ”inte alls” och 5 betecknar ”mycket, mycket”. Dels anges medianvärdet för respektive dimension, dels om medianvärdet ligger över/under ”neutralpunkten”. Normalvärden (medel  $\pm$  2SD) för stressindex är 2,4 (1,77 – 3,03) och för energiindex 2,7 (2,07 – 3,33).

## Shirom-Melamed utbrändhetsformulär

Förändring i graden av utmattning/utbrändhet mättes med Shirom-Melamed Burnout Questionnaire (SMBQ) som har gjorts om till en svensk version vilken består av ett frågeformulär med 22 påståenden med svarsalternativ från 1 (nästan aldrig) till 7 (nästan alltid). Denna självskattningsskala är idag etablerad och används såväl som stöd vid klinisk diagnostik som i kliniska och epidemiologiska studier av stressrelaterad utmattning. Ett medelvärde >4,5 anses indikera moderat utmattning och värden  $\geq$  5 korrelerar till mer uttalade tillstånd (23).

## Analys

Försökspersonernas uppfattning om hur projektet gick och vilka problem och komplikationer som eventuellt uppstod efterhördes genom intervjuer inhämtades av FHV sköterskorna. FHV personalens åsikter inhämtades med intervjuer av projektledningen (JO). Kvaliteten på insamlade data bedömdes av projektledaren (JO).

## RESULTAT

### Generellt

Det krävdes viss teknisk färdighet och grundläggande datakunskap för att hantera utrustningen men det upplevdes inte som svårt av personalen. De flesta försökspersoner upplevde inget obehag av mätutrustningen och tyckte att nattsömnen varit normal. Tidsåtgång per försök var ca 2 tim totalt.

En EKG-registrering med god kvalitet är nödvändig för att mjukvaran ska kunna tolka och gruppera EKG-komplexen på rätt sätt. Enstaka eller grupper av likartade komplex registreras som sinuslag, supraventrikulära extrasystolier (SVES), ventrikulära extrasystolier (VES) eller artefakter och bedöms sedan individuellt av någon med EKG-kunskap. Denna "rensade" EKG-kurva är en förutsättning för att erhålla tillförlitliga värden ur spectralanalysen. Patienter med förmaksflimmer har en ständigt oregelbunden hjärtrytm vilket naturligtvis omöjliggör spectralanalys. En försöksperson fick av denna anledning exkluderas ur materialet.

### Hälsokontroller

Många av försökspersonerna var överviktiga med en tendens till högre BMI bland skiftarbetarna. Dessa rökte och snusade också i högre frekvens än dagarbetarna. Medelåldern var 54 år.

Fallbeskrivningar (patologiska värden anges med fet/kursiv/röd text)

Tabell 1.

Översikt över funnen morbiditet hos försökspersonerna.

	Hypertoni	Hög Sympaticustonus	Misst. OSA	Fetma (BMI>30)
Försöksperson 1	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
Försöksperson 2		<b>X</b>	<b>X</b>	
Försöksperson 3		<b>X</b>	<b>X</b>	
Försöksperson 4		<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
Försöksperson 5		<b>X</b>	<b>X</b>	
Försöksperson 6	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>

### Fallbeskrivning 1

Utgångskunskap FHV:

50-årig tjänsteman (dagarbetare) med fetma (BMI 31) och viloblodtryck 138/95 vid hälsoundersökningen. Stressar, svårt att "varva ner". Alkohol lite för ofta.

Mätresultat:

	Dygn BT syst	Dygn BT diast	Dag BT syst	Dag BT diast	Natt BT syst	Natt BT diast	Dipping % BT syst	Dipping % BT diast	VES
Arbetat dygn	<b>139</b>	<b>91</b>	<b>144</b>	<b>96</b>	<b>129</b>	<b>81</b>	11	16	1
Ledigt dygn	133	<b>91</b>	140	<b>96</b>	117	<b>80</b>	17	16	0



	Dag LF/HF	Natt LF/HF	Natt VLFI%	Stress	Energi	"Utbrändhet"
Arbetat dygn	3,43	5,6	3,5	0,7	3,5	2,6
Ledigt dygn	4,76	7,8	2,9	1,0	3,2	

Kommentar:

- Lindrig hypertoni bekräftas.
- Sympaticustonus ökar nattetid = patologiskt.
- Snarkindex förhöjt.
- Stresskänslan fångas inte upp av frågeformulären.

Åtgärder:

- Hypertonin kan vara orsakad av såväl fetman, som snarkning och stress – åtgärd?
- Interventioner startas mot övervikt och stress.
- Diskussion om remiss till snarkutredning

## Fallbeskrivning 2

Utgångskunskap FHV:

50-årig tjänsteman (dagarbetare). Kolesterol 6,66, hereditet för hjärt-kärlsjukdom. Viloblodtryck 122/89.

Mätresultat:

	Dygn BT syst	Dygn BT diast	Dag BT syst	Dag BT diast	Natt BT syst	Natt BT diast	Dipping % BT syst	Dipping % BT diast	VES
Arbetat dygn	117	83	122	86	102	75	16	13	13
Ledigt dygn	115	80	117	83	105	68	11	17	17

	Dag LF/HF	Natt LF/HF	Natt VLFI%	Stress	Energi	"Utbrändhet"
Arbetat dygn	21,3	7,1	5,6	1,0	3,3	2,4
Ledigt dygn	14,5	4,1	8,1	1,5	2,5	

Kommentar:

- Sympaticustonus extremt högt - dag som natt.
- Snarkindex förhöjt.
- Stress- och utmattningsenkäter normala.

Åtgärd: Diskussion om remiss till snarkutredning

### Fallbeskrivning 3

Utgångskunskap FHV:

59-årig tjänsteman (dagarbetare). Frisk. Viloblodtryck 134/78. Medicinerar med Omeprazol.

Enligt hälsoprofilbedömning stressad – risk för att ”gå in i väggen”.

Mätresultat:

	Dygn BT syst	Dygn BT diast	Dag BT syst	Dag BT diast	Natt BT syst	Natt BT diast	Dipping % BT syst	Dipping % BT diast	VES
Arbetat dygn	109	82	112	85	97	73	15	16	103
Ledigt dygn	107	80	110	81	99	75	10	8	117

	Dag LF/HF	Natt LF/HF	Natt VLFI%	Stress	Energi	”Utbrändhet”
Arbetat dygn	4,4	6,8	3,81	2,5	4,3	1,2
Ledigt dygn	7,5	12,3	8,77	1,8	4,0	

Kommentar:

- Normotensiv men ”dippar” inte nattetid.
- Sympaticustonus kraftigt förhöjd dagtid – och ökar nattetid = patologiskt.
- Snarkindex förhöjt.
- Enkäterna indikerar låg stress, hög energi men normalt utmattningsscore. Diskrepans visavi anamnes.

Åtgärd:

- Diskussion om remiss till snarkutredning.
- Samtal kring stress - utmattning.

### Fallbeskrivning 4

Utgångskunskap FHV:

52-årig produktionstekniker (skiftarbetare) med övervikt (BMI 30,4). Gränsvärden för kolesterol.

Viloblodtryck 156/92. EKG med SR, AV-block I och tecken till VK-hypertrofi.

Mätresultat:

	Dygn BT syst	Dygn BT diast	Dag BT syst	Dag BT diast	Natt BT syst	Natt BT diast	Dipping % BT syst	Dipping % BT diast	VES
Arbetat dygn	115	81	119	84	96	68	19	19	2
Ledigt dygn	107	75	110	79	96	66	13	16	9

	Dag LF/HF	Natt LF/HF	Natt VLFI%	Stress	Energi	”Utbrändhet”
Arbetat dygn	10,8	5,2	8,2	1,5	3,3	1,6
Ledigt dygn	3,81	2,28	4,2	1,7	4,2	

Kommentar:

- Normalt blodtryck över dygnet. Viloblodtrycket ovan var sannolikt ett "white coat pressure"
- Sympaticustonus hög under arbetsdag och efterföljande nattsömn – ej under ledig dag.
- Snarkindex förhöjt.

Åtgärd:

- Diskussion om remiss till snarkutredning.
- Samtal kring stress på arbetet.

Fallbeskrivning 5 (enbart registrering under arbetspass)

Utgångskunskap FHV:

57-årig valsslipare (skiftarbetare). Frisk, flitig motionär. Viloblodtryck 128/82.

Mätresultat:

	Dygn BT syst	Dygn BT diast	Dag BT syst	Dag BT diast	Natt BT syst	Natt BT diast	Dipping % BT syst	Dipping % BT diast	VES
Arbetat dygn	110	72	112	73	96	64	14	12	3974

	Dag LF/HF	Natt LF/HF	Natt VLFI%	Stress	Energi	"Utbrändhet"
Arbetat dygn	19,4	15,6	6,6	0,5	3,5	1,8

Kommentar:

- Frekventa VES över hela dygnet motsvarande ca 3 VES / minut. Ökar i frekvens under anstängning.
- Sympaticustonus hög under arbetsdag och efterföljande nattsömn – ledig dag ännu ej registrerad.
- Snarkindex förhöjt.

Åtgärd:

- Erbjudes remiss till snarkutredning
- Samtal kring stress på arbetet.
- Cardiologkonsult angående VES-frekvensen.

Fallbeskrivning 6 (enbart registrering under arbetspass)

Utgångskunskap FHV:

55-årig arbetsledare (dagarbetare). Astma. Fetma (BMI 33). Carotisstenos, TIA x 2.

Viloblodtryck 150/92.

Ingen blodtrycksmedicin.

Mätresultat:

	Dygn BT syst	Dygn BT diast	Dag BT syst	Dag BT diast	Natt BT syst	Natt BT diast	Dipping % BT syst	Dipping % BT diast	VES
Arbetat dygn	140	95	134	96	167	91	-25	5	0

	Dag LF/HF	Natt LF/HF	Natt VLFI%	Stress	Energi	"Utbrändhet"
Arbetat dygn	5,4	6,6	3,8	1,7	3,8	1,9

Kommentar:

- Förhöjt vilotryck och förhöjt tryck över hela dygnet. Ingen "dipping" utan kraftig BT-ökning nattetid. Hypertoni (avsiktligen?) utan behandling.
- Sympaticustonus hög under arbetsdag och ökar ytterligare under efterföljande nattsömn – ledig dag ännu ej registrerad.
- Snarkindex förhöjt.

Åtgärd:

- Medicinkonsult angående obehandlad hypertoni med trycktoppar nattetid – var ligger optimalt tryck för denna man?
- Samtal kring stress på arbetet.
- Erbjudes remiss till snarkutredning

## DISKUSSION

24-timmars registrering av blodtryck och EKG i forskning och klinik är en väl etablerad metod i både forskning och klinisk verksamhet (6,7). Denna studie har visat att det är fullt möjligt att använda ambulatorisk EKG och BT-mätning inom FHV:s arbete.

Apparaturen kräver en dags utbildning för att kunna genomföra registreringen på ett adekvat sätt, vilket är jämförbart med den utbildningsinsats som krävs för en EKG-apparat eller ny spirometer. Vid några av de första registreringar uppstod problem med lösa elektroder, vilket gjorde att både QRS-komplexet och andningsvariationen blev svår att detektera för dataprogrammet. Några av de första försöken fick därför göras om med gott resultat.

För att kunna göra själva utvärderingen krävs, förutom gedigna kunskaper i EKG-tolkning (läkarnivå), att man sätter sig in i den relativt enkla metodiken bakom HRV. EKG-registreringen tolkas av mjukvaruprogrammet men alla QRS-komplex som är atypiska grupperas och måste tolkas manuellt, vilket ställer krav på att EKG-registreringen är av god kvalitet. Först då får man tillförlitliga värden på HF, LF och VLF%. Man gör således inga manuella beräkningar själv utan mjukvaran levererar alla värden i både tabellform och färglagda diagram.

Att mäta något så ”enkelt” som ett blodtryck innehåller många felkällor, i synnerhet när man tar ett enstaka tryck på en vårdinrättning (24,25). Vi hittade en försöksperson med klassiskt ”white coat pressure” (Fall 4) vilket ledde till att blodtrycksmedicinering kunde ”undvikas”. I två andra fall kunde tidigare misstänkt/känd hypertoni bekräftas. Båda dessa fynd föranledde krav på åtgärd. Notera att dessa personer samtidigt hade triaden hög sympaticustonus, OSA och fetma (Tabell 1).

Normalt brukar blodtrycket sjunka under natten. Hos vissa sker inte detta (non-dippers), vilket man tror orsakas av en obalans mellan det sympatiska och parasympatiska nervsystemet (26). Två av våra försökspersoner sjönk inte i sitt BT under natten utan låg kvar med ett förhöjt blodtryck (Fall 3,6). Skiftarbetare har tidigare visats växla över till non-dippers under sömnen efter första nattpasset (8). Att inte sjunka i BT nattetid är förenat med ökad risk för organ-skador på njurar, kärl, hjärta och hjärna (27) och ökad mortalitet (28,29). Personer med essentiell hypertoni har en ökad sympaticustonus (30). Våra båda försökspersoner hade detta och dessutom en paradoxal höjning av sympaticusaktiviteten nattetid.

En av försökspersonerna (Fall 5) hade mycket frekventa VES under hela dygnet som dessutom ökade i frekvens vid ansträngning. Parallellt registrerades höga värden för OSA och sympaticustonus vilket kan vara ett alternativ till en ren cardiell etiologin. En tidigare svensk studie visade att nattarbete var förenat med en ökad incidens av ventrikulära extraslag jämfört med dagarbete (2,74 per timme jämfört med 0,61 per timme) (12). I denna studie föreslog man att det skulle kunna bero på en ökad sympaticustonus.

Hjärtfrekvensökning vid fysisk ansträngning beror på en kombination av att sympatikus aktiveras och att parasympatikus hämmas (20). Sympatisk överaktivitet och/eller parasympatisk underaktivitet är kraftfulla och oberoende prediktorer för permanent blodtrycksförhöjning, ogynnsam blodfetsprofil, insulinresistens, typ 2-diabetes, hjärt- och kärlsjuk-domar och framtida död, både hos personer med och utan kranskärssjukdom (10). Samtliga här beskrivna försökspersoner hade förhöjd sympaticustonus av olika grader (tabell 1). Tre av dem var också klart överviktiga. Mimura och medarbetare visade att patienter efter akut hjärtinfarkt kan minska sympatikus aktiviteten med hjälp av fysisk träning (31) och Goldsmith visade att fysiskt träning

ger högre vagustonus (32). Fetma och låg fysisk aktivitet skulle kunna vara en av mekanismerna bakom den här beskrivna sympaticusövervikten.

Bristande fysisk och psykosocial arbetsmiljö med högt uppdrivet arbetstempo, dålig motivation och arbetsplatskonflikter skapar psykisk ohälsa och så småningom utmattnings-symptom (33). Detta skulle kunna ligga bakom skillnaderna i Fall 4 där sympaticustonus under vilodygnet var normalt men där tonus under nattsiftet med efterföljande sömn var förhöjd. Lucini visade att kognitiv beteendeträning (KBT) vid utmattningssyndrom ger minskat sympatiocustonus (34). Ingen av våra försökspersoner indikerade förhöjda värden för stress (SE-skalan) eller för utmattningssymptom (SMBQ) trots att samtliga personer i fallbeskrivningarna hade höga sympaticusvärden och det i en av hälsokontrollerna dessutom framkom att försökspersonen kände sig stressad på jobbet och ”nära väggen” (Fall 3). Kanske var istället snarkning den bakomliggande faktorn.

Vid OSA finner man arteriell hypertension som inte svarar på behandling, frånvaro av nattlig dipping av syst/diast blodtryck, uttalad nattlig sinusarytmi (hög LVFI%) med aktivering av sympatiska nervsystemet (35). Dålig sömnkvalitet är förknippad med prehypertension (36). Våra försökspersoner hade alla förhöjda värden på VLFI% indikerande förekomst av nattliga sömnapnéer, vilket i hög grad kan ha bidragit till den observerade sympaticusstegringen, i synnerhet hos de två försökspersoner vars sympaticustonus steg nattetid. Man kan vid registreringen med relativt stor säkerhet se när försökspersonen har gått och lagt sig, om han har rört på sig under sömnen och när han går upp på morgonen, vilket förbättrar möjligheterna att bedöma både sömnlängd och sömnkvalitet. Maser har beskrivit hur CPAP-behandling under 6 veckor gav förbättrad vagustonus och minskade patienternas symptomflora (37).

Idag görs dessa mätningar vid kliniska fysiologiska laboratorier och medicinmottagningar inom landstingssjukvården med varierande tillgänglighet. FHV har med sin parallella kunskap om både patient och arbetsplats unika möjligheter att kunna göra tillförlitliga mätningar under patientens riktiga vardag, dvs under arbetspass och efterföljande fritid, och att med denna kunskap kunna välja ut grupper eller enskilda individer som befinner sig i riskzonen för arbetsrelaterad ohälsa. Samma förhållanden gäller vid rehabilitering, där beslut om återgång till full arbetskapacitet skulle kunna understödjas av konsekutiva förbättrade värden vid BT- och EKG registrering eller frånvaro av patologiska värden. FHV kan också bättre anpassa tiden för undersökningen så att produktionen inte störs och till att adekvata mättillfällen väljs. När väl investeringen på ca 200.000 kr är gjord är förbrukningskostnaden för varje undersökning närmast försumbar och utgörs i praktiken av personalkostnaden för själva hanteringen. Detta ska jämföras med marknadsmässiga priser på 1.000 kr för 24-timmars BT-mätning och 2.000 kr för ett 24-timmars Holter-EKG. HRV finns ännu ej att tillgå kommersiellt. Utrustningen är alltså intjänad efter 70 undersökningar.

Vi vet idag att flera yrkesgrupper har arbetsförhållanden behäftade med förhöjd frekvens hjärt-kärlsjukdomar, t ex skiftarbete och oregelbunden arbetstid. Risken ökar ytterligare vid ärftlig belastning och ogynnsamma levnadsvanor. Dessa yrken kommer att kvarstå inom överskådlig framtid, varför det borde vara av intresse både för arbetstagare och arbetsgivare att tidigt kunna få rekommendationer så att vulnerabla arbetstagare att överväga alternativ yrkesinriktning. Tidig upptäckt och behandling kommer dessutom att kunna minska morbiditeten i dessa sjukdomar under den aktiva yrkesperioden. Nya arbetsmiljöer skapas ständigt där tonvikten förskjuts från kroppsarbete till stillasittande men mer psykiskt påfrestande arbetsuppgifter. FHV har här en viktig roll att identifiera och utvärdera nya riskmiljöer, vilket kräver innovativa mätmetoder, som t ex den här beskrivna kontinuerliga BT- och EKG analystekniken.

## SLUTSATSER

I denna studie har den kontinuerliga BT- och EKG-registreringen bidragit till att diagnosticera tidigare okänd arytm och hypertoni, suboptimalt behandlad hypertoni som ej sjunker nattetid, white coat pressure, obstruktiv sömnapné kombinerat med hög stressnivå dag/natt och hög stressnivå under arbete som normaliseras under ett vilodygn.

Dessa medicinska problem är mycket vanligt förekommande i en arbetande befolkning och hanteras dagligen inom FHV. Kontinuerlig BT- och EKG-registrering kommer att avsevärt förbättra den diagnostiska och preventiva kvaliteten inom FHV, som ju också får möjlighet att korrelera BT-varianter med aktuella händelser och miljöer på arbetsplatsen för att på så sätt identifiera riskfaktorer.

Denna preliminära kvalitativa rapport indikerar att metoden kan användas både vid diagnos och prevention av flera vanliga sjukdomstillstånd och för att upptäcka riskmiljöer som kan provocera BT-stegringar och arytmier.

## REFERENSER

1. Morikawa Y, et al. Relationship between shiftwork and onset of hypertension in a cohort of manual workers. *Scand J Work Environ Health*. 1999;25(2):100-4.
2. Ohira T, et al. Effect on shift work on 24-hour ambulatory blood pressure and its variability among Japanese workers. *Scand J Environ Health*. 2000;26(5):421-6.
3. Streptoe A, Cropley M. Persistent high job demands and reactivity to mental stress predict future ambulatory blood pressure. *J Hypertens*. 2000;18(5):581-6.
4. Pickering TG, et al. Environmental influences on blood pressure and the role of job strain. *J Hypertens* 1996;14(5):S179-85.
5. Tochikubo O, et al. Effects of insufficient sleep on blood pressure monitored by a new multibiomedical recorder. *Hypertens*. 1996;27(6):1318-24.
6. O'Brien E, et al. Use and interpretation of ambulatory blood pressure monitoring: recommendations of the British Hypertension Society. *Br Med J*. 2000;320:1128-34.
7. Enseleit F, Duru F. Long-term continuous external electrocardiographic recording: a review. *Europace*. 2006;8:255-66.
8. Kitamura T, et al. Circadian rhythm of blood pressure is transformed from a dipper to a non-dipper pattern in shift workers with hypertension. *J Hum Hypertens*. 2002;16:193-7.
9. Guasti L, et al. Circadian blood pressure variability is associated with autonomic and baroreflex-mediated modulation of the sinoatrial node. *Acta Cardiol*. 2005;60(3):319-24.
10. Haupt CM, et al. The relation of exposure to shift work with atherosclerosis and myocardial infarction in a general population. *Atherosclerosis*. 2008;doi:10.1016/j.atherosclerosis.2007.12.059.
11. Birkenhäger AM, van den Meiracker AH. Causes and consequences of a non-dipping blood pressure profile. *Neth J Med*. 2007;65(4):127-31.
12. Härenstam A, et al. Shift work, decision latitude and ventricular ectopic activity: a study of 24-hour electrocardiograms in Swedish prison personnel. *Work & Stress*. 1989;1:341-50.
13. Van Amelsvoort LGPM, et al. Changes in frequency of premature complexes and heart rate variability related to shift work. *Occup Environ Med*. 2001;58:678-81.
14. Malik M, et al. Heart rate variability – standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. Task Force of the European society of cardiology and the North American society of pacing and electrophysiology. *Eur Heart J*. 1996;17:354-81.
15. Furlan R, et al. Continuous 24-hour assessment of the neural regulation of systematic arterial pressure and RR variabilities in ambulant subjects. *Circulation*. 1990;81:537-47.

16. Holmes AL, et al. Daytime cardiac autonomic activity during one week of continuous night shift. *J Hum Ergol (Tokyo)*. 2001;30:223-28.
17. Roche F, et al. Cardiac Interbeat interval increment for the identification of obstructive sleep apnea. *PACE*. 2002;25(8),1192-99.
18. Furlan R, et al. Modifications of cardiac autonomic profile associated with a shift schedule work. *Circulation*. 2000;102(16):1912-6.
19. Ishii N, et al. Cardiac autonomic imbalance in female nurses with shift work. *Autonom Neurosci*. 2005;122:94-9.
20. Styrs A, Styrs T. Current clinical applications of heart rate variability. *Clin Cardiol*. 1998;21(10):719-24.
21. Roche F, et.al. Screening of obstructive sleep apnea syndrome by heart rate variability analysis. *Circulation*. 1999;100:141-5.
22. Kjellberg A, Iwanowski A. Stress/energi formuläret: Utveckling av en metod för skattning av sinnesstämning i arbetet. Solna: Arbetslivsinstitutet; 1989.



23. Shirom A, et al. Burnout, mental and physical health: A review of the evidence and a proposed explanatory model. *Int Rev Industr Org Psychol*. 2005;20:269-309.
24. Parati G, Bilo G. Clinical relevance of day-by-day blood pressure and heart rate variability. *Hypertension*. 2008;52:1006-8.
25. White WB. Importance of blood pressure control over a 24-hour period. *J Manag Care Pharm*. 2007;13(8):34-9.
26. Katsuhiko K, et.al. Autonomic nervous function in non-dipper essential hypertensive subjects: Evaluation by spectral analysis of heart rate variability. *Hypertension*. 1995;26(5):808-4.
27. Uen S, et al. Myocardial ischemia during everyday life in patients with arterial hypertension: prevalence, risk factors, triggering mechanisms and circadian variability. *Blood Pressure Monitoring*. 2006;11:173-82.
28. Ben-Dov IZ, et al. Predictors of all-cause mortality in clinical ambulatory monitoring: unique aspects of blood pressure during sleep. *Hypertension*. 2007;49:1235-41.
29. Brotman DJ, et al. Impaired diurnal blood pressure variation and all-cause mortality. *Am J Hypertens*. 2008;21(1):92-7.
30. Guzzetti S, et al. Sympathetic predominance in essential hypertension: a study employing spectral analysis of heart rate variability. *J Hyperens*. 1988;6(9):711-17.
31. Mimura J, E al. The effect of residential exercise training on baroreflex control of heart rate and sympathetic nerve activity in patients with acute myocardial infarction. *Chest*. 2005;127(4):1108-15.
32. Goldsmith RL, et al. Physical fitness as a determinant of vagal modulation. *Med Sci Sports Exerc*. 1997;29(6):812-7.
33. Lucini D, et al. Impact of cronic psychosocial stress on autonomic cardiovascular regulation in otherwise healthy subjects. *Hypertension*. 2005;45(5):1201-6.
34. Lucini D, et al. Stress management at the worksite: reversal of symptoms profile and cardiovascular dysregulation. *Hypertension*. 2007;49(2):291-7.
35. Somners VK, et al. Sleep apnea and cardiovascular disease. *Circulation*. 2008;118:1080-111.
36. Javaheri S, et al. Sleep quality and elevated blood pressure in adolescents. *Circulation*. 2008;118(10):1034-40.
37. Maser RE, et al. Continous positive airway pressure therapy improves cardiovascular autonomic function for persons with sleep-disordered breathing. *Chest*. 2008;133:86-91.