

Kontaktfri søvnmåling med radar



Hanne Siri Heglum

Ph.d.-stipendiat
Fakultet for medisin
og helsevitenskap,
NTNU

Hvordan kan man måle søvn?

Hver eneste dag har alle mennesker en subjektiv oppfatning av hvor godt de har sovet. Og alle som noensinne har hatt en dårlig natts søvn har kjent på kroppen hvor ødeleggende det kan være. Sammenhengen mellom søvn og helse føles åpenbar, og får stadig mer oppmerksomhet. For et fenomen som er så universelt er det en viktig problemstilling som viser seg overraskende vanskelig: hvordan kan man måle søvn objektivt?

Av og til føles det som om alle artikler jeg leser begynner med en parafraze over det samme avsnittet. Dere har kanskje hørt det før: «Gullstandarden for objektive søvnmålinger er polysomnografi (PSG). Dette er en manglekanals monitorering av fysiologiske signaler over natten som gir det mest detaljerte bilde av personens søvn som man kan oppnå. Det er likevel ikke en helt uproblematisk prosedyre. Undersøkelsen involverer mange sensorer festet på subjektets kropp og kan derfor virke forstyrrende – for noen grupper kan det gjøre at undersøkelsen er vanskelig, umulig, eller farlig å gjennomføre. Videre er det en ressurskrevende prosess - utstyret selv er kostbart, må monteres på subjektet av trent personell, og signalene tolkes manuelt av en eller flere eksperter i epoker på 30 sekunder.» [1].

Alternativet som gjerne benyttes i de (mange) tilfellene der PSG ikke egner seg like godt er aktigraf. Der PSG er en tungvekt er aktigrafen det motsatte – et enkelt armbånds-liknende måleutstyr basert på bevegelsesmåling med akselerometer, og noen ganger ekstra sensorer (oftest lys). Tolkning skjer her ofte automatisk, med enkle algoritmer som utleder søvn/ikke-søvn basert på bevegelsesmengde over tid. Den er lite slitsom for subjektene og lite ressurskrevende å bruke [2, 3].

Dette er hvor klinisk objektiv søvnmåling befinner seg i dag. Endring og utvikling skjer sakte. På samme tid har forbrukermarkedet for søvnsensorer og apper eksplodert. Utallige søvnmålingsapper for smarttelefoner, smartalarmer som reklamerer med at de kan vekke deg på det mest gunstige tidspunktet basert på akkurat din søvnsyklus – kun ved å ligge på madrassen din! Smartklokker, smarte nattlamper,

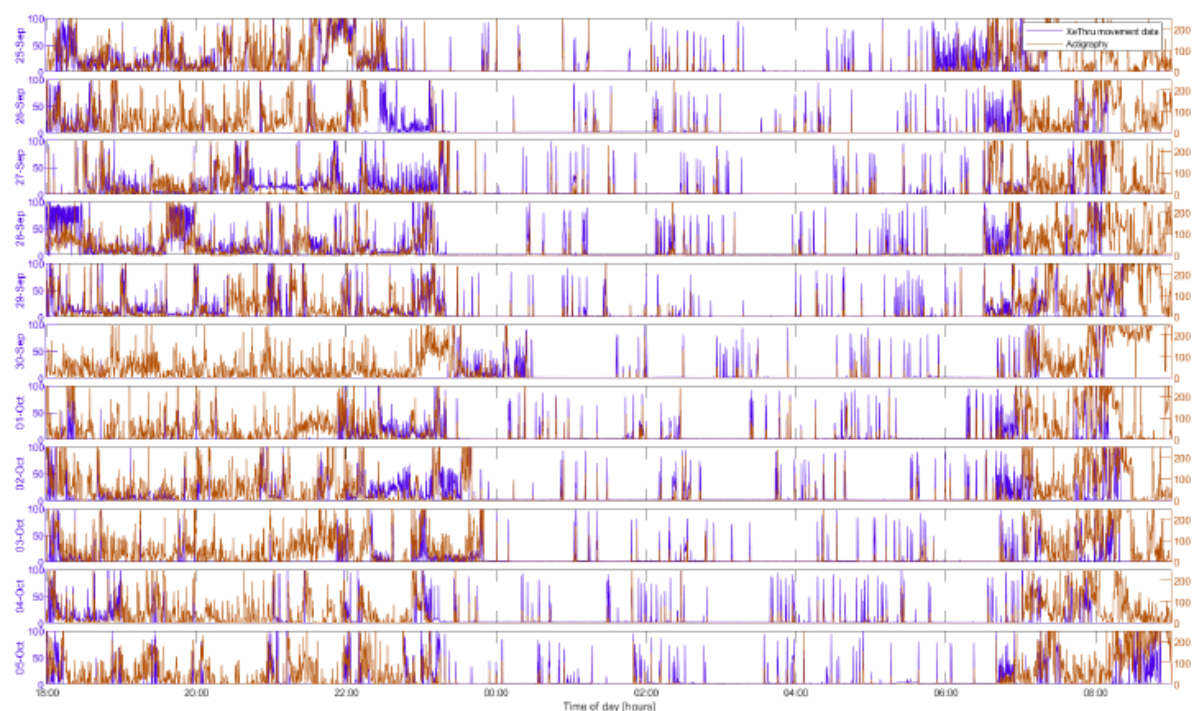
smarte madrasser, smarte sokker, alle med luftige lovnader om «vitenskapelig validering», men går du disse produktene etter i sømmene leder linkene oftere til en kort PowerPoint og noen flotte sitater enn til PubMed og klinisk valideringsarbeid (der de ikke leder i sirkel...). Kanskje er det nettopp derfor utviklingen på den kliniske siden går så sakte – i møte med en endeløs og overveldende strøm av undervaliderte produkter, hvordan kan man stole på noe annet enn det man vet er solid [4, 5, 6, 7, 8]?

Samtidig er det umiskjennelig at sensorteknologi utvikler seg i et rasende tempo. Sensorer blir billigere og bedre, databehandling, lagring og tolkning blir stadig kraftigere, raskere, og mer tilgjengelig, og helt nye teknologier dukker opp. All den tid det er lett å bli overveldet er det viktig å også se på dette som mulige ressurser. Potensialet til å finne faktisk klinisk nyttige nyvinninger innen objektiv søvnmåling er her – så lenge vi klarer å holde hodet på samme tid kaldt og over vannet. En kombinasjon av klinisk skepsis og innovativ optimisme er nødvendig.

Radar: en ny type sensor for objektiv søvnmåling?

For omtrent ti år siden begynte et lite norsk selskap kalt Novelda AS å utvikle en bitteliten og ekstremt sensitiv radar. Den ble gitt det fengende navnet XeThru, fordi den kan se gjennom ting. Den fungerer ved å sende ut korte pulser av svak elektromagnetisk stråling, og lese ekkoene av pulsene som reflekteres av objekter i omgivelsene. Avstand til reflekterende objekter måles i nanosekunder mellom sending og mottak, og hastigheten til objektene utledes fra frekvensendringen i de reflekterte signalene, på samme måte som man kan høre om en bil med sirene er på vei mot deg eller fra deg på grunn av frekvensendringene i lydsignalene. Radaren er sensitiv nok til å se svært små bevegelser – for eksempel de rytmiske mekaniske bevegelsene til et bryst som puster.

Når vi bruker denne radaren til å observere en sovende person igjennom natten får vi målinger av både store og svært små kroppsbevegelser, uten å være i fysisk kontakt med vedkommende i det hele tatt. Signalene blir ikke hindret av klær eller sengetøy, og sensoren er sensitiv nok til å utlede respirasjon fra målt mekanisk



Aktivitetsdata fra en radar festet i taket i et sykehusrom på Østmarka sykehus i Trondheim, og aktigrafidata fra samme person over samme periode. Aktigrafen følger personen gjennom hele døgnet og gir derfor et tydeligere inntrykk av døgnrytme. Radaren gir kun målinger mens personen er i rommet, men krever ingen sensorer på kroppen og måler bevegelse fra hele kroppen. I tillegg måler den også respirasjon og (noen ganger) hjerterytme (upublisert figur).

bevegelse – og noen ganger kan man til og med utlede hjerterytme [9]!

Radaren kan bli plassert på et nattbord, eller den kan være bygd inn i tak eller vegg (for eksempel som del av innredningen i en sykehussetting). Det er ikke mulig å identifisere individer fra dataen, så man vil ikke møte samme personvernspørsmål som ved bruk av f.eks. kamera. Med andre ord, vi sitter på en sensor som er enkel å bruke, og som kan gi forholdsvis mye informasjon uten å være plagsom eller invaderende. Spørsmålet er da om og hvordan vi kan bruke denne informasjonen på en måte som er klinisk nyttig i et søvnperspektiv. Kan denne radaren brukes for å få et objektivt søvnmål?

Enkel og grei bevegelsesmåling: Radar vs. aktigrafi

Det er kjent at kroppsbevegelser er relatert til søvn – det er dette prinsippet aktigrafi er basert på. Radaren kan også brukes til å observere disse bevegelsene, så for meg

har det følt naturlig å begynne med å sammenligne disse to.

Aktigrafen kan følge en person kontinuerlig over tid og er derfor særlig egnet til overvåking av sykkluser med aktivitet og hvile over flere døgn. Radaren følger kun det rommet den er i og er derfor noe mindre egnet til akkurat dette, men har likevel noen fordeler på sin side. Begge målemetodene krever lite av subjektet som måles, men der aktigrafen krever noe krever radaren ingenting. Mulighet til permanent montering i tak eller vegg betyr at vi kan samle inn og analysere data både retroaktivt og i sanntid per rom i en sykehussetting. Dette vil kunne hjelpe personale med å for eksempel kunne evaluere søvn-våkenhet for en pasient i sanntid uten å risikere å forstyrre vedkommende ved å ikke inn i rommet.

I motsetning til aktigrafen ser radaren bevegelsene i hele kroppen, ikke bare det ene håndleddet. Det kan være en styrke, da bevegelser som er skjult for aktigrafi vil være synlige for radaren. Det

gjør dessverre også at metodene brukt til tolkning av aktigrafidata ikke blir direkte overførbare til radaren – det vil være nødvendig å tilpasse dem noe. Vi postulerer likevel at det vil være mulig å utlede svært lignende informasjon fra radarens bevegelsesdata som det som i dag utledes fra aktigrafi.

De to sensorene vil altså kunne fylle forskjellige nisjer. Men siden de måler de samme fenomenene mener vi det skal være mulig å, med svært få tilpasninger, kunne benytte radaren som aktigraf. Dette mener jeg er den korteste veien til klinisk nytte.

Høyere informasjonsrikhet: hva kan signalene fortelle oss?

Radaren har likevel høyere informasjonsrikhet enn aktigrafi, og det vil være en kunstig begrensning å ikke benytte seg av dette. I tillegg til å se bevegelser aktigrafen ikke kan plukke opp, kan vi benytte informasjonen vi har om respirasjon og hjerterate til å lære mer, fortsatt

uten å påvirke eller plage personen som måles. Disse signalene har i seg selv stor potensiell nytteverdi - i arresten ved Trondheim politistasjon har for eksempel radaren i forholdsvis lang tid nå blitt brukt til å monitorere pustefrekvens for innsatte på glattceller. En alarm er rigget for å gå dersom denne blir for lav, noe som kan være et tegn på at vedkommende trenger hjelp [10].

I et søvnperspektiv er det sannsynlig at vi kan bruke denne ekstra informasjonen til å lære mer om ikke bare søvn/våkenhet i et aktigrafisk perspektiv, men også om den underliggende søvnarkitekturen. Det har blitt systematisk observert at kroppsbevegelse gjennomgår sykluser i løpet av natten – sykluser som korrelerer med søvnstadier [11]. Respirasjon, hjerterytm og hjerterytmvariabilitet har også blitt satt i sammenheng med søvnstadier [12]. Ved å kombinere denne informasjonen og tolke den riktig, hvor langt kan vi komme? Kan søvnstadier utledes fra radardataen?

Radars vs. polysomnografi

For å finne sammenhengene mellom det vi kan måle med radardataen og

de underliggende søvnstadiene er det naturlig at man må sammenligne med gullstandarden. Prinsippet er enkelt: gjør opptak med PSG og radar samtidig, og undersøk hvordan og i hvilken grad man kan bruke radardataen til å nå de samme konklusjonene som man kom fram til med PSG.

Utfordringene er mange. Hvilke metoder skal man bruke til å tolke dataen? Det finnes veldig mange muligheter, i alle tenkelige grader av kompleksitet. Videre er søvn svært variabelt mellom pasientgrupper – hvordan får man og når har man et representativt nok utvalg? Hva skal man gjøre med de pasientgruppene som ikke kan gjennomføre PSG, hvordan kan man sammenligne eller validere resultatene fra radaren for dem? Hvordan skal man forholde seg til interskårrvariabiliteten i PSG – altså at forskjellige eksperter skårer samme PSG-opptak forskjellig? I disse tilfellene, hvordan kan man vite hvem som har «rett»? Burde man helautomatisere tolkningsprosessen, eller burde man overlate noe til manuell tolkning slik PSG-data behandles i dag? Vi må ta stilling til alle disse spørsmålene og flere til hvis vi

ønsker å sitte igjen med noe som er solid nok til å kunne være nyttig i klinikken.

Hvor hører radaren hjemme?

Det er ikke lett å måle søvn objektivt, særlig hvis man ønsker å gjøre det på en klinisk eller forskningsmessig valid måte. Når man ser på de verktøyene som er tilgjengelig for klinikere og forskere i dag, er det tydelig at det er et gap mellom aktigrafi og PSG. Vi mener radaren hører hjemme i denne nisjen, såfremt vi kan lykkes i å lage et system som er solid, vel validert, forståelig, og tilgjengelig for de som skal bruke det. Dette er en kompleks problemstilling som krever tett tverrfaglig samarbeid.

Med ny teknologi og en kritisk-optimistisk tilnærming ønsker vi å bidra med et nytt verktøy, et nytt hjelpemiddel som kan brukes til å objektivt måle søvn i andre settinger enn de som har vært tilgjengelige tidligere. Vi mener radaren kan gi mer informasjon om søvn enn aktigrafi men fortsatt være mye enklere og billigere enn PSG, og på generell basis gjøre klinisk nyttig objektiv søvnmåling av høy kvalitet mer tilgjengelig for flere.

REFERANSER

- 1 C. Iber, S. Ancoli-Israel, A. L. J. Chesson and S. Quan, "AASM Manual for the Scoring of Sleep and Associated Events: Rules, Terminology and Technical Specifications, First Edition," 2007.
- 2 T. Morgenthaler, C. Alessi, L. Friedman, J. Owens, V. Kapur, B. Boeucke, T. Brown, A. Chesson, J. Coleman, T. Lee-Chiong, J. Pancer and T. J. Swick, "Practice Parameters for the Use of Actigraphy in the Assessment of Sleep and Sleep Disorders: And Update for 2007," SLEEP, vol. 30, no. 4, pp. 519-529, 2007.
- 3 E. J. Van Someren, "Actigraphic monitoring of sleep and circadian rhythms," in Handbook of Clinical Neurology, Sleep Disorders, Part 1, Elsevier, 2011, pp. 55-63.
- 4 J. M. Peake, G. Kerr and J. P. Sullivan, "A Critical Review of Consumer Wearables, Mobile Applications, and Equipment for Providing Biofeedback, Monitoring Stress, and Sleep in Physically Active Populations," Frontiers in Physiology, vol. 9, pp. 1-18, 2018.
- 5 K. G. Baron, J. Duffecy, M. A. Berendsen, I. C. Mason, E. G. Lattie and N. C. Manalo, "Feeling validated yet? A scoping review of the use of consumer-targeted wearable and mobile technology to measure and improve sleep," Sleep Medicine Reviews, vol. 40, pp. 151-159, 2018.
- 6 K. Russo, B. Goparaju and M. T. Bianchi, "Consumer sleep monitors: is there a baby in the bathwater?," Nature and Science of Sleep, vol. 7, pp. 147-157, 2015.
- 7 J. Scott, A. Grierson, L. Gehue, H. Kallestad, I. MacMillan and I. Hickie, "Can consumer grade activity devices replace research grade actiwatchers in youth mental health settings?," Sleep and Biological Rhythms, pp. 1-10, 2019.
- 8 J. Van den Bulck, "Sleep apps and the quantified self: blessing or curse?," Journal of Sleep Research, vol. 24, no. 2, pp. 121-123, 2015.
- 9 D. T. Wisland, K. Granhaug, J. R. Pley, N. Andersen, S. Støa and H. A. Hjortland, "Remote monitoring of vital signs using a CMOS UWB radar transceiver," in 14th IEEE International New Circuits and Systems Conference (NEWCAS), Vancouver, BC, Canada, 2016.
- 10 T. J. Trædal, "Alarmen går hvis de innsatte slutter å puste," 19 Oktober 2016. [Online]. Available: <https://www.politiforum.no/artikler/alar-men-gar-hvis-de-innsatte-slutter-a-puste/387404>. [Accessed 26 Februar 2019].
- 11 E. C. Winnebeck, D. Fischer, T. Leise and T. Roenneberg, "Dynamics and Ultradian Structure of Human Sleep in Real Life," Current Biology, no. 28, pp. 1-11, 2018.
- 12 T. Willemsen, D. Van Deun, V. Verhaert, M. Vandekeckerhove, V. Exadaktylos, J. Verbraecken, V. H. X. B. Haex and J. Vander Sloten, "An Evaluation of Cardiorespiratory and Movement Features With Respect to Sleep-Stage Classification," IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics, vol. 18, no. 2, pp. 661-669, 2014.