


9a Jornada de Recerca  
de l'Institut Català de la Salut  
*Construint l'ecosistema  
en medicina respiratòria*



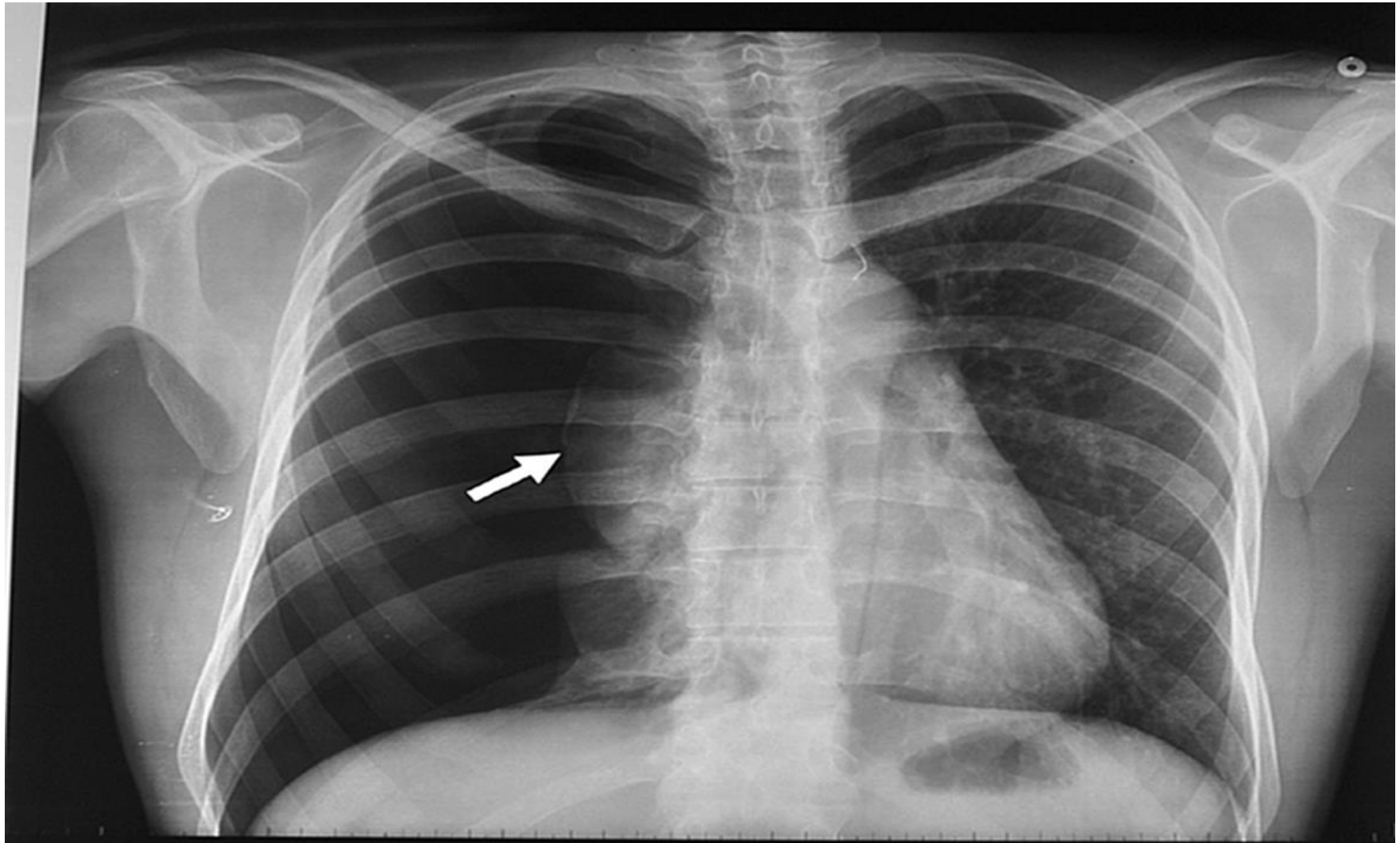
**DIAGNOSTICAR SENSE  
TOCAR**

Dr. Jorge Abad Capa  
Dra. Aida Muñoz Ferrer  
Servicio de Neumología  
Unidad de Patología del Sueño

 **Germans Trias i Pujol**  
Hospital

*ciberes*  
Centro de Investigación Biomédica en Red  
Enfermedades Respiratorias

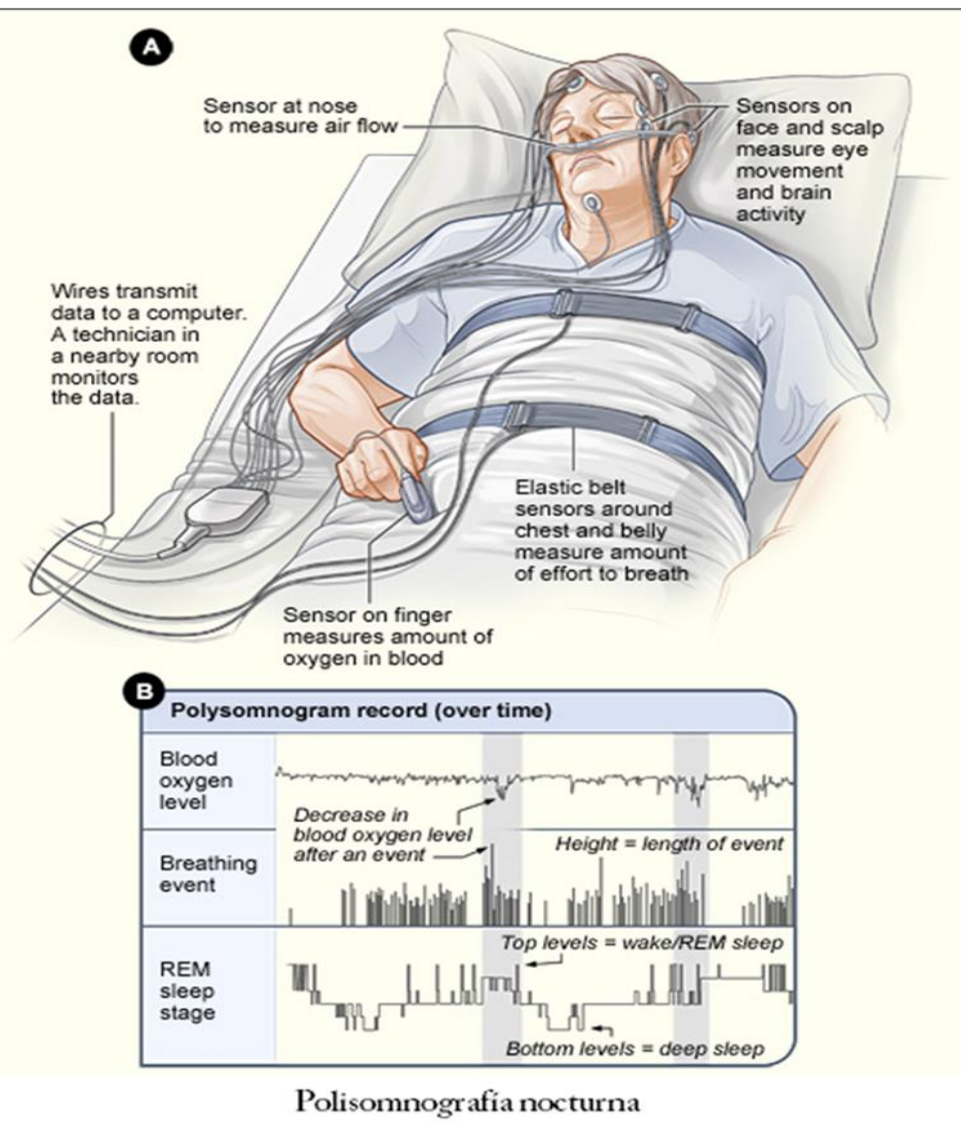
# DIAGNOSTICAR SENSE TOCAR



# DIAGNOSTICAR SENSE TOCAR



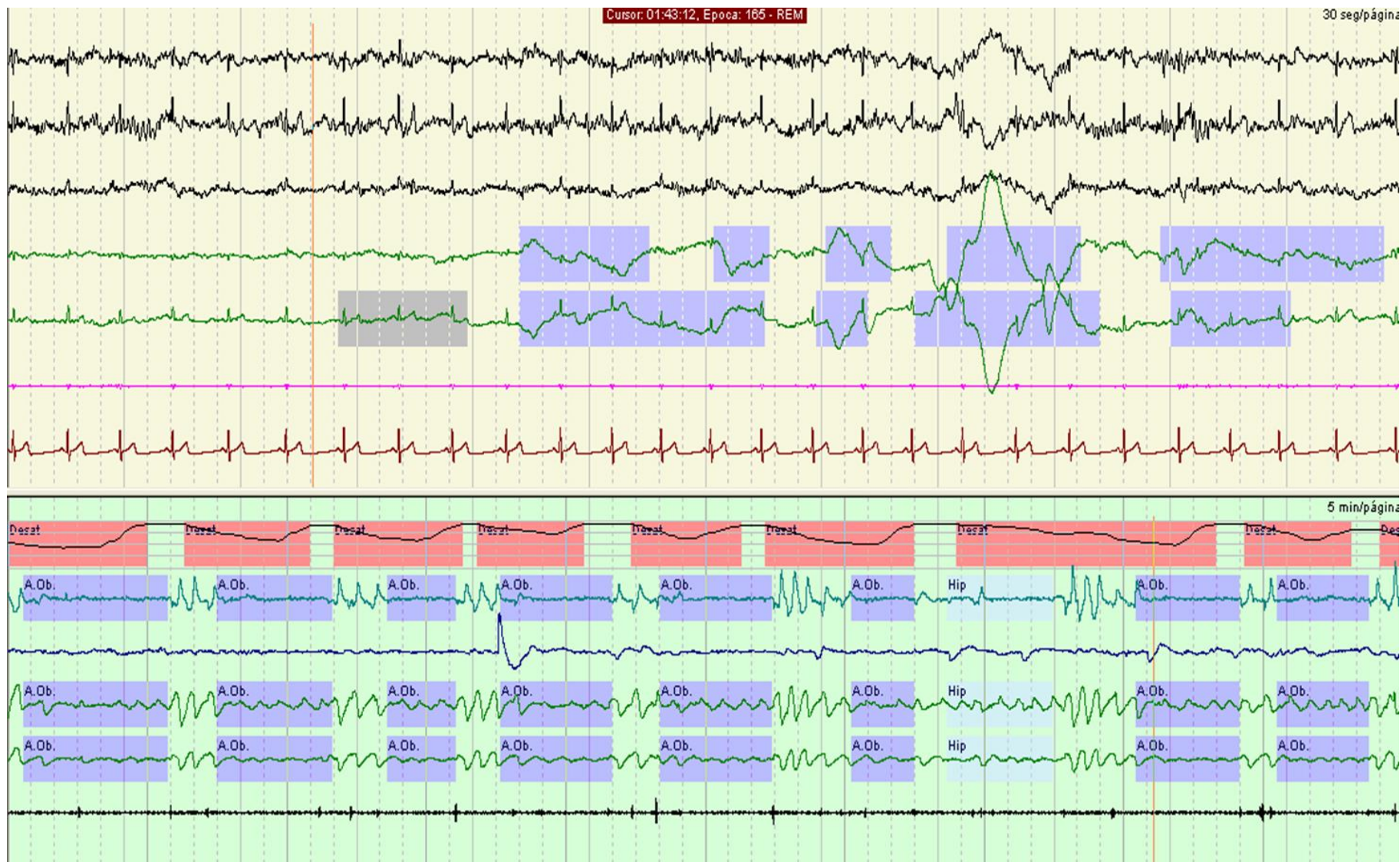
# DIAGNOSTICAR SENSE TOCAR



# DIAGNOSTICAR SENSE TOCAR

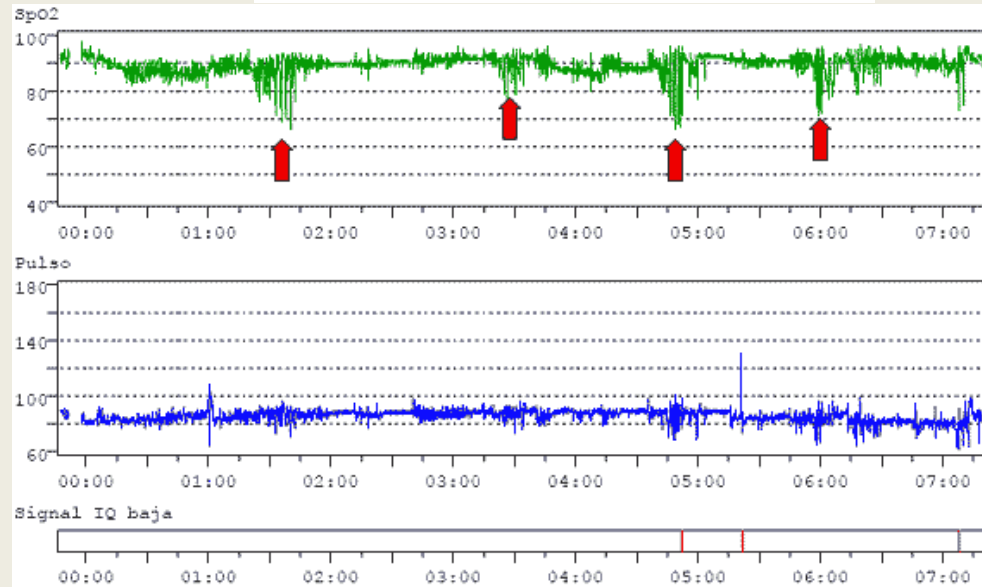
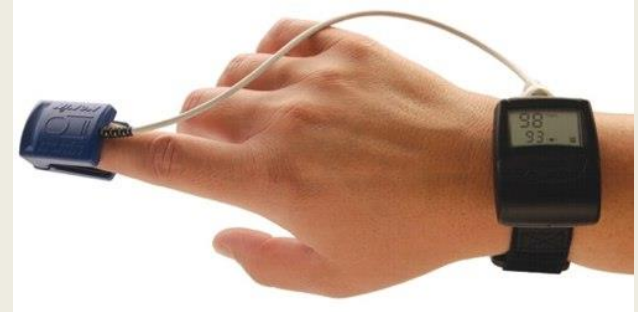


# DIAGNOSTICAR SENSE TOCAR



# DIAGNOSTICAR SENSE TOCAR

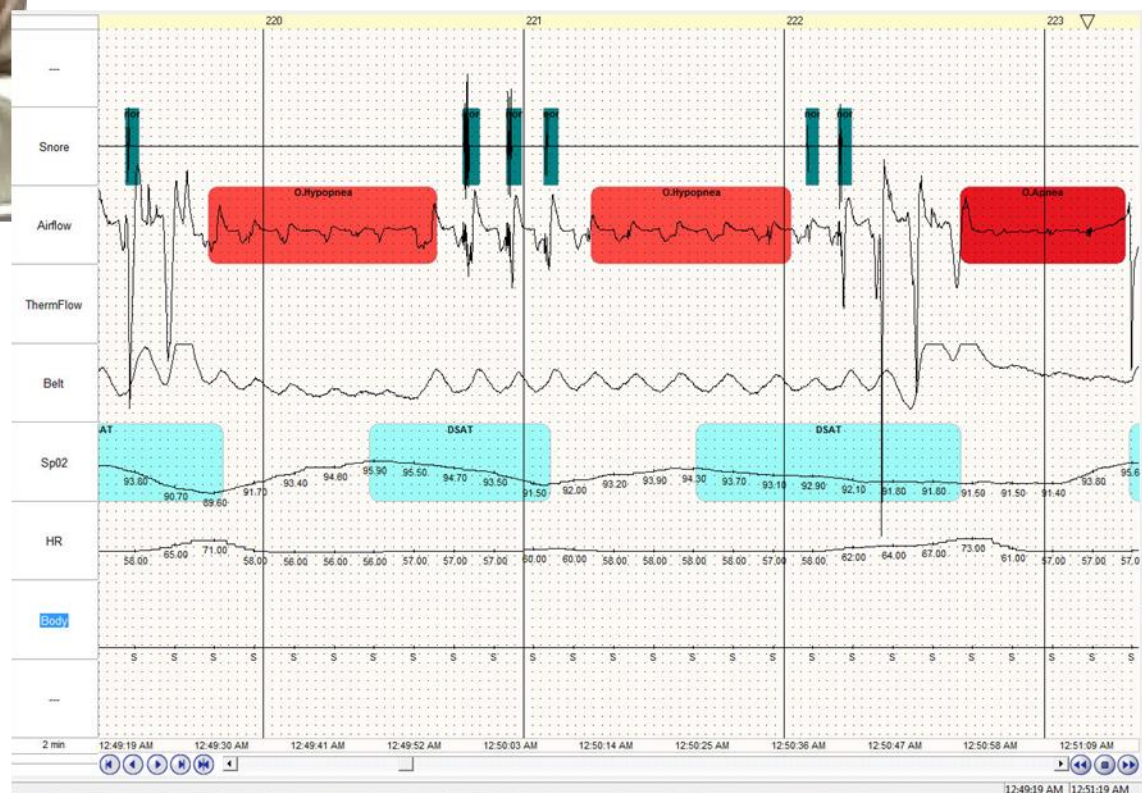
- Según AASM pueden dividirse en 4 tipos según la complejidad de la técnica, los recursos empleados y los resultados obtenidos:
- **Tipo 1: Polisomnografía completa** (7 o más canales), atendida en un laboratorio de sueño. Se trata del nivel de referencia.
- **Tipo 2: Polisomnografía completa** realizada con un equipo **portátil** y no vigilada.
- **Tipo 3: Poligrafía respiratoria** (de 4 a 7 canales)
- **Tipo 4: Oximetría nocturna**



# DIAGNOSTICAR SENSE TOCAR



## POLIGRAFIA RESPIRATÒRIA





# DIAGNOSTICAR SENSE TOCAR



# DIAGNOSTICAR SENSE TOCAR



# DIAGNOSTICAR SENSE TOCAR

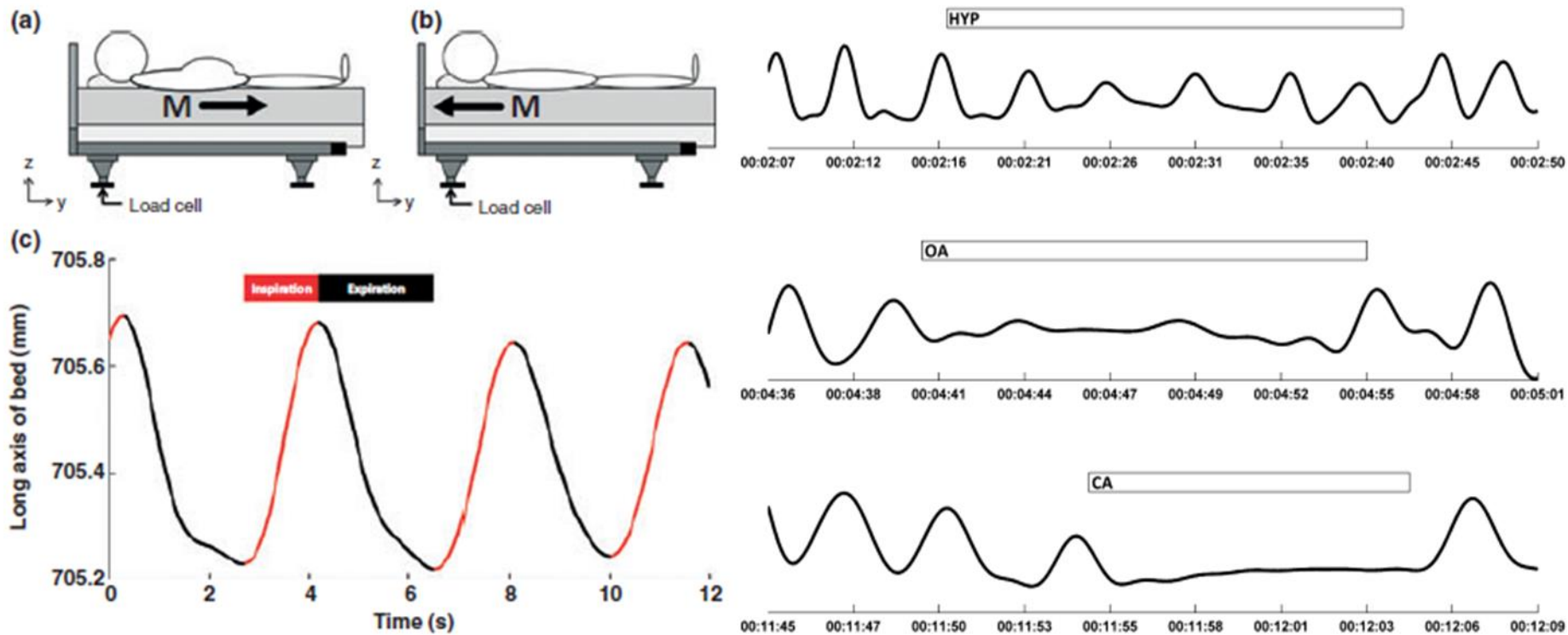


# DIAGNOSTICAR SENSE TOCAR



- .....el desarrollo y validación de nuevas tecnologías que faciliten el diagnóstico ambulatorio es una clara prioridad de investigación en la medicina del sueño .....  
*Kuna 2011 ATS/AASM/ACCP/ERS workshop*

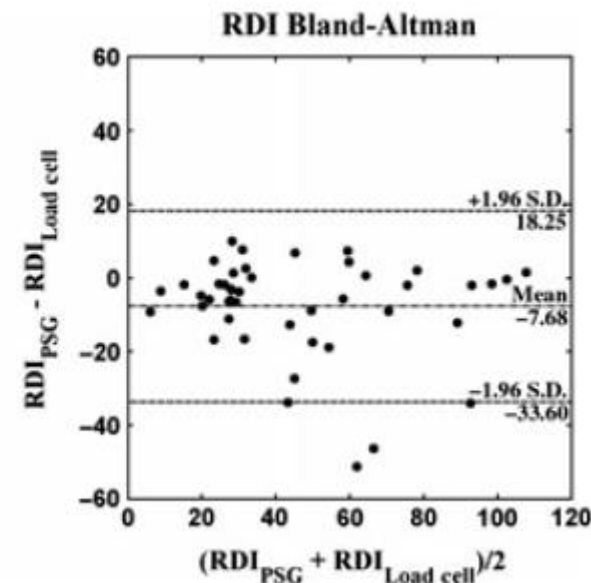
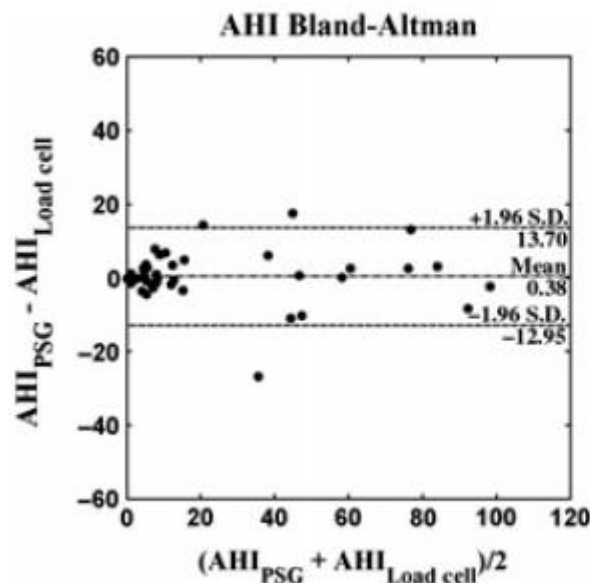
# DIAGNOSTICAR SENSE TOCAR



Beattie ZT, Hayes TL, Guilleminault C and Hagen C. Accurate scoring of the apnea-hyponea index using a simple non-contact breathing sensor. *J Sleep Res.* (2013) 22, 356-362.

# DIAGNOSTICAR SENSE TOCAR

- Tabla de sensibilidad y especificidad para diferentes cortes de IAH.



**Table 2** Sensitivities, specificities and LR+ of using AHI-LC to detect sleep apnea for several AHI cutoffs

	Sensitivity	Specificity	LR+
AHI $\geq$ 5	0.84	0.79	4
AHI $\geq$ 15	0.87	0.97	29
AHI $\geq$ 30	1.00	0.97	33

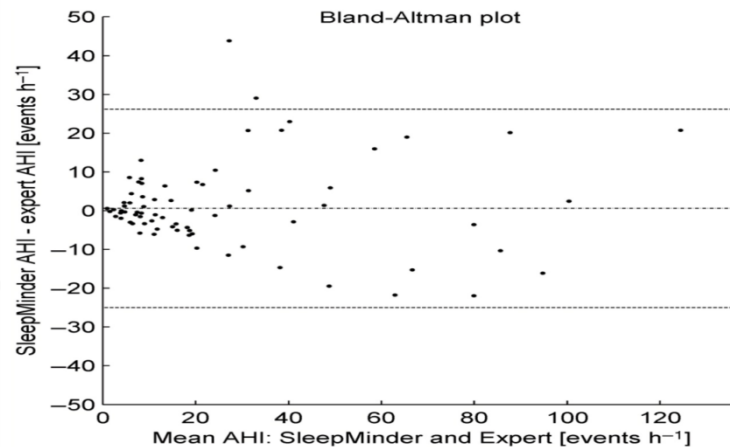
AHI, apnea-hypopnea index; LR+, positive likelihood ratio.

- Gráficos de Bland-Altman que muestran la correlación ente PSG y sensores de carga según IAH e IDR.

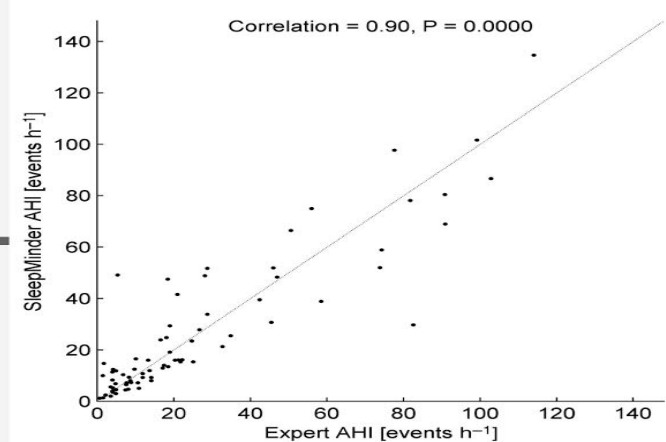
### Assessment of sleep-disordered breathing using a non-contact bio-motion sensor

ALBERTO ZAFFARONI<sup>1</sup>, BRIAN KENT<sup>2</sup>, EMER O'HARE<sup>1</sup>,  
CONOR HENEGHAN<sup>1</sup>, PATRICIA BOYLE<sup>2</sup>, GERALDINE O'CONNELL<sup>2</sup>,  
MICHAEL PALLIN<sup>2</sup>, PHILIP DE CHAZAL<sup>1</sup> and WALTER T. MCNICHOLAS<sup>2</sup>

<sup>1</sup>BiancaMed, NovaUCD, Dublin, Ireland and <sup>2</sup>The Respiratory Sleep Disorders Unit, St Vincent's University Healthcare Group, Dublin, Ireland



**Figure 5.** Bland–Altman plot of SleepMinder versus polysomnography (PSG) apnoea–hypopnoea index (AHI) estimates.



**Figure 4.** SleepMinder versus polysomnography (PSG) apnoea–hypopnoea index (AHI) estimates.

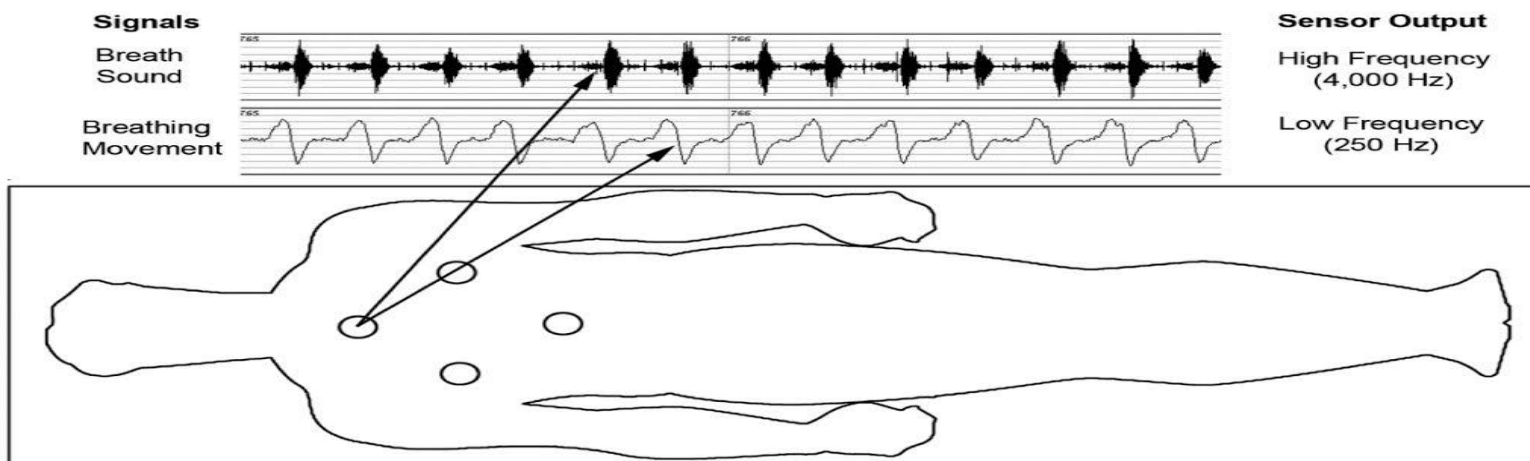


## VALIDATION OF THE SONOMAT FOR DIAGNOSIS OF SLEEP DISORDERED BREATHING

### Validation of the Sonomat: A Contactless Monitoring System Used for the Diagnosis of Sleep Disordered Breathing

Mark B. Norman, PhD<sup>1</sup>; Sally Middleton, MSc (Med)<sup>1</sup>; Odette Erskine, MD<sup>2,3</sup>; Peter G. Middleton, MD, PhD<sup>2,3</sup>; John R. Wheatley, MD, PhD<sup>2,3</sup>; Colin E. Sullivan, MD, PhD<sup>1</sup>

<sup>1</sup>The David Read Laboratory, Discipline of Sleep Medicine, Sydney Medical School, University of Sydney, Sydney, NSW, Australia; <sup>2</sup>University of Sydney at Westmead Hospital, Westmead, NSW, Australia; <sup>3</sup>Ludwig Engel Centre for Respiratory Research, Westmead Millennium Institute, Westmead, NSW, Australia



**Figure 1**—Location of the four Sonomat sensors within the mattress overlay and sample output from one sensor. The breath sound signal shows 13 consecutive breaths (biphasic signal with expiration louder than inspiration), and the breathing movement signal shows the associated breathing movements (inspiration is up). Each sensor records exactly the same data, allowing the subject to move around the bed unrestricted while maintaining good quality recordings.

# DIAGNOSTICAR SENSE TOCAR

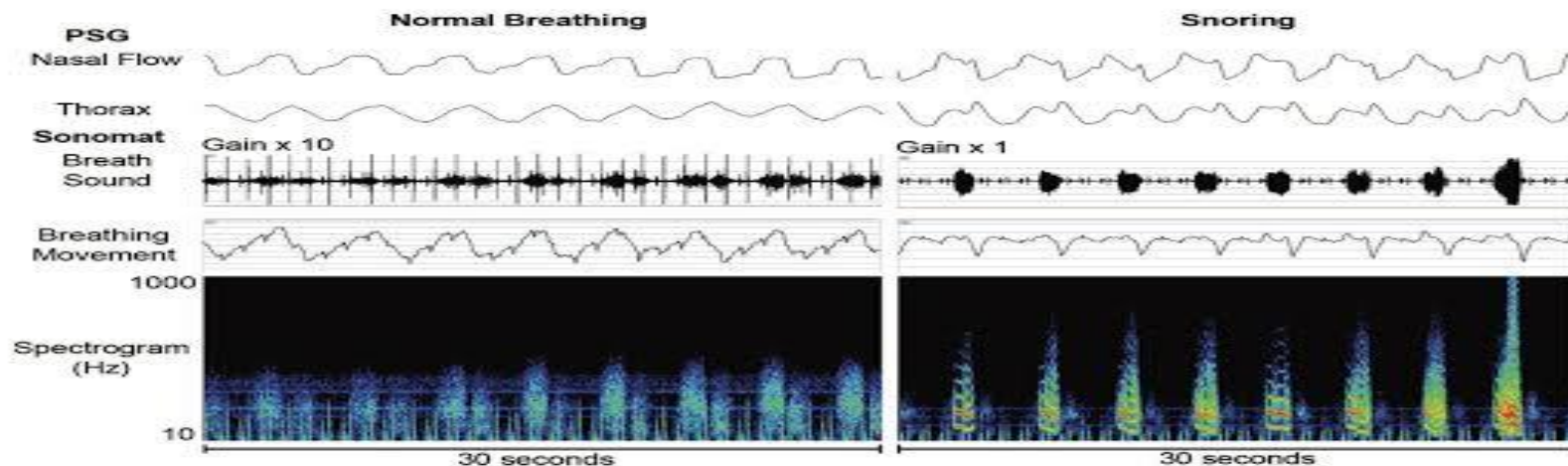


Figure 3—Representative examples of normal breathing and snoring with sound spectrograms. Normal breath sounds are amplified by 10, as these are quiet sounds but no amplification is required when snoring is present. Normal breaths have no predominant frequencies but distinct bands of color can be seen when snoring (red and yellow colors) indicating the frequencies at which the upper airway is vibrating.

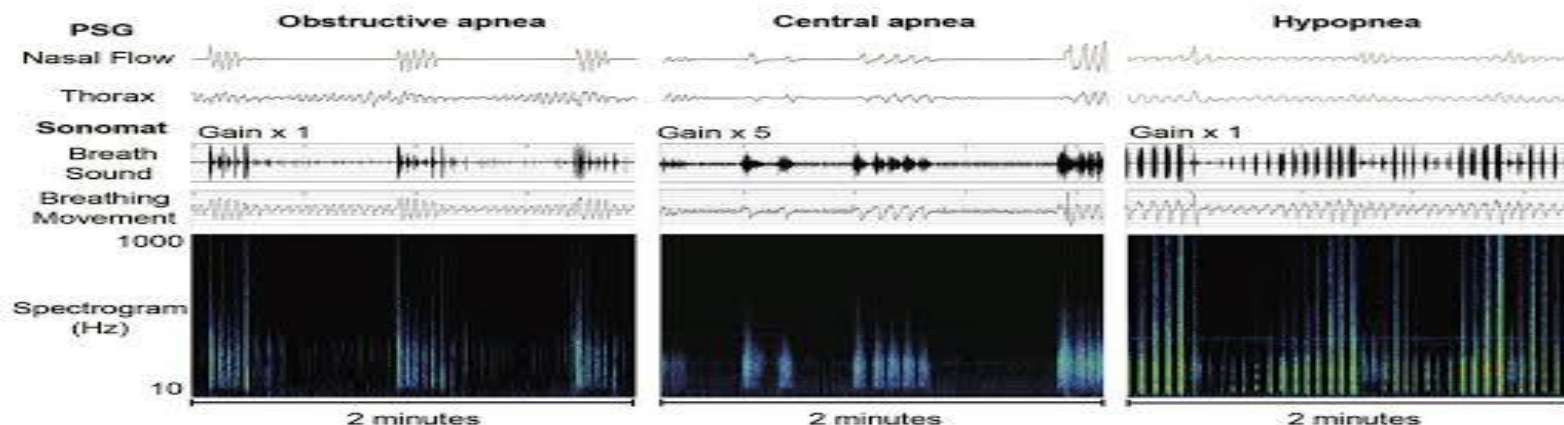


Figure 4—Representative examples of respiratory events with sound spectrograms. No breath sounds are present during the obstructive and central apnea. The low amplitude rapid movements on the breathing movement trace during the central apnea are cardiogenic. The third example shows a discernible and gradual change in the Sonomat breathing movement signal during the hypopnea with breath sounds becoming louder (yellow and red colors) as the hypopnea progresses.

# DIAGNOSTICAR SENSE TOCAR

SCIENTIFIC INVESTIGATIONS

JCSM  
Journal of Clinical  
Sleep Medicine

pii: jc-00473-14  
<http://dx.doi.org/10.5664/jcsm.4840>

## Is There a Clinical Role For Smartphone Sleep Apps? Comparison of Sleep Cycle Detection by a Smartphone Application to Polysomnography

Sushanth Bhat, MD<sup>1</sup>; Ambra Ferraris, MD<sup>1</sup>; Divya Gupta, MD<sup>1</sup>; Mona Mozafarian, MD<sup>1</sup>; Vincent A. DeBari, PhD<sup>2</sup>;  
Neola Gushway-Henry, MD<sup>1</sup>; Satish P. Gowda, MD<sup>1</sup>; Peter G. Polos, MD, PhD<sup>1</sup>; Mitchell Rubinstein, RPSGT<sup>1</sup>; Huzafa Seidu, MD<sup>1</sup>;  
Sudhansu Chokroverty, MD<sup>1</sup>

<sup>1</sup>JFK Neuroscience Institute/Seton Hall University, Edison NJ;  
<sup>2</sup>Seton Hall University School of Health and Medical Sciences, South Orange, NJ

Journal of Biomedical Informatics 52 (2014) 251-259



Contents lists available at ScienceDirect

Journal of Biomedical Informatics

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/yjbin](http://www.elsevier.com/locate/yjbin)



## Classifying obstructive sleep apnea using smartphones

Mamoun Al-Mardini<sup>a,\*</sup>, Fadi Aloul<sup>a</sup>, Assim Sagahyroon<sup>a</sup>, Luai Al-Husseini<sup>b</sup>

<sup>a</sup>American University of Sharjah, Sharjah, United Arab Emirates

<sup>b</sup>Arab German Sleep Medicine, Amman, Jordan

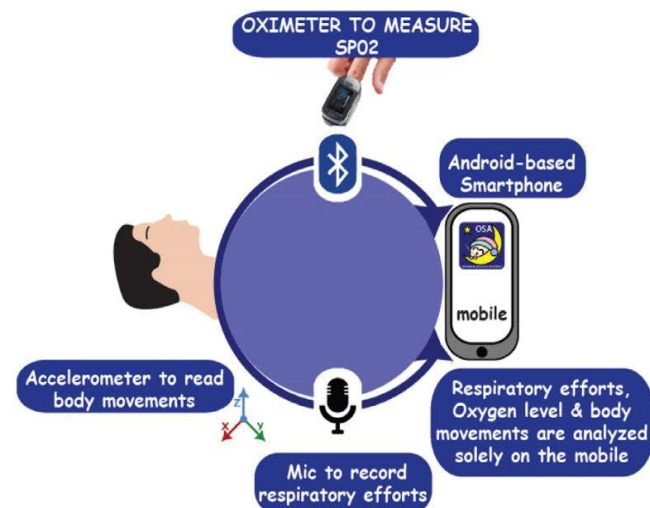


Fig. 4. System architecture.



Generalitat de Catalunya  
**Departament de Salut**



Institut Català  
de la Salut



Non intrusive solution for  
Obstructive Sleep Apnea  
Syndrome



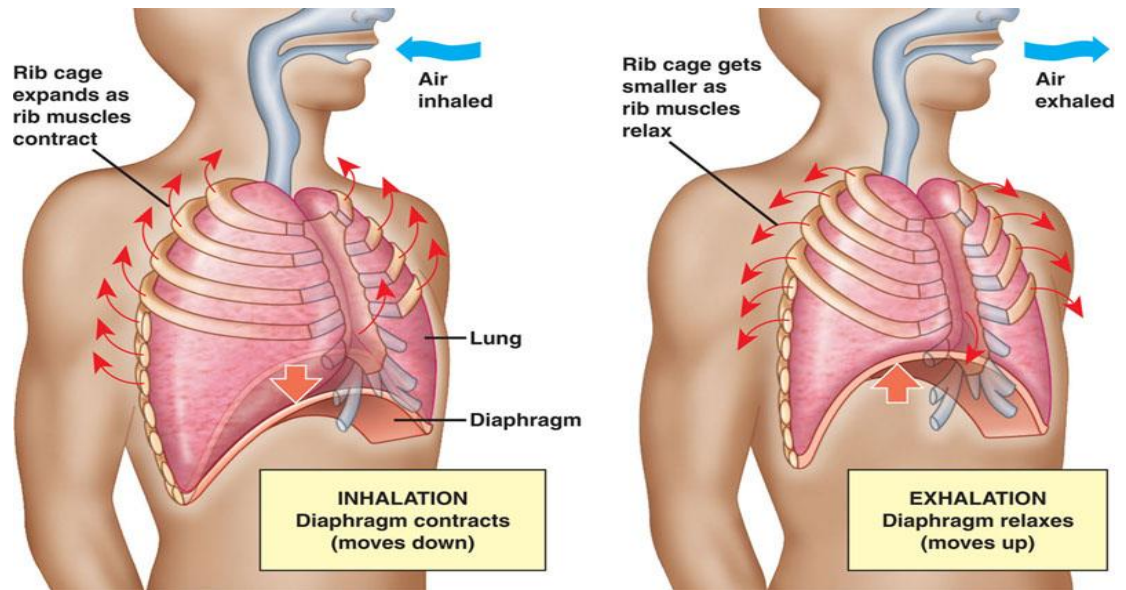
**Germans Trias i Pujol**  
Hospital  
Institut Català de la Salut

## CONFLICTO DE INTERES:

ASESORAMIENTO EN EL DESARROLLO DEL SISTEMA  
ESTUDIOS DE VALIDACION

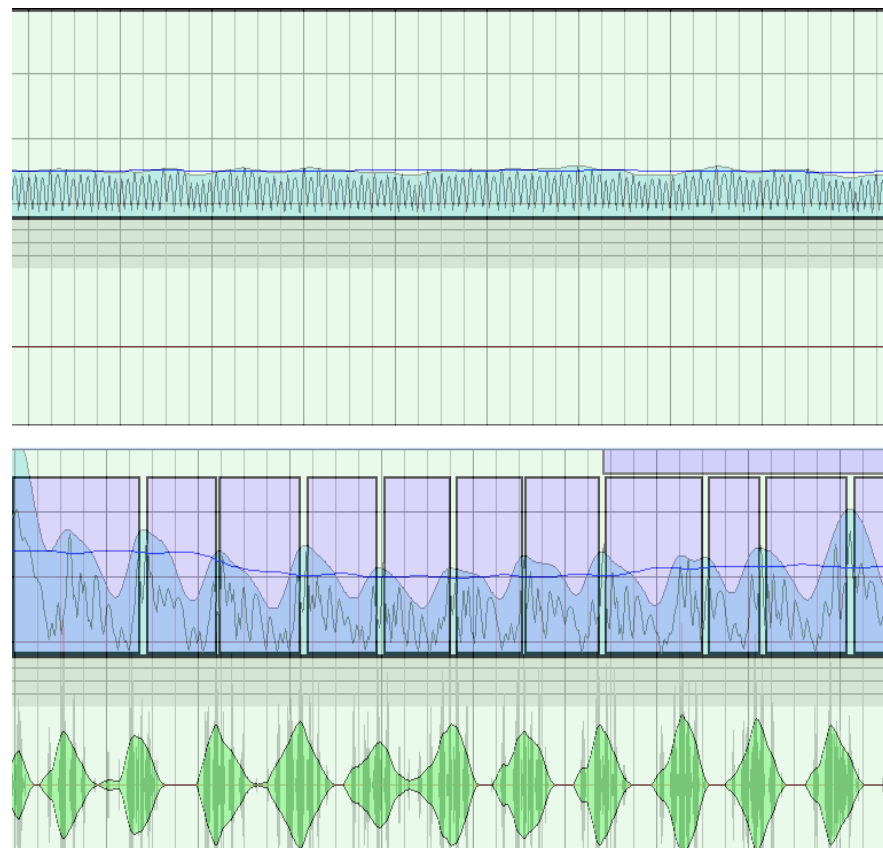
## SLEEPWISE®

- No invasivo
- Procesamiento de imágenes
- Grabación en video de los movimientos respiratorios
- Transformar los movimientos respiratorios en una señal que permita determinar las hipopneas y apnea.
- Volumen de aire dentro de los pulmones es proporcional al movimiento que presenta mientras duerme



# DIAGNOSTICAR SENSE TOCAR

- Càmera colocada a unos 60 cm del paciente enfocando al tórax.
- Equipada con luces infrarrojas LED con una longitud de onda de 940 nm
- Resolución de video de 320x240 pixeles, captación de 30 imágenes por segundo
- Señal respiratoria
- Señal de movimiento corporal



# DIAGNOSTICAR SENSE TOCAR

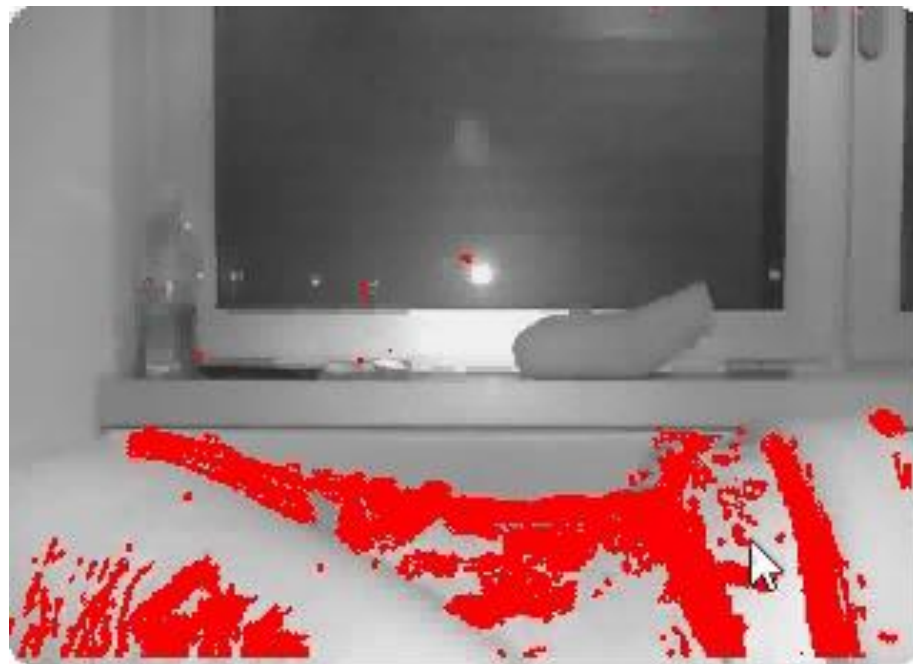
---

- SW analitza 2 tipus de senyals de moviment:
  - Senyal respiratòria
  - Senyal de moviment corporal

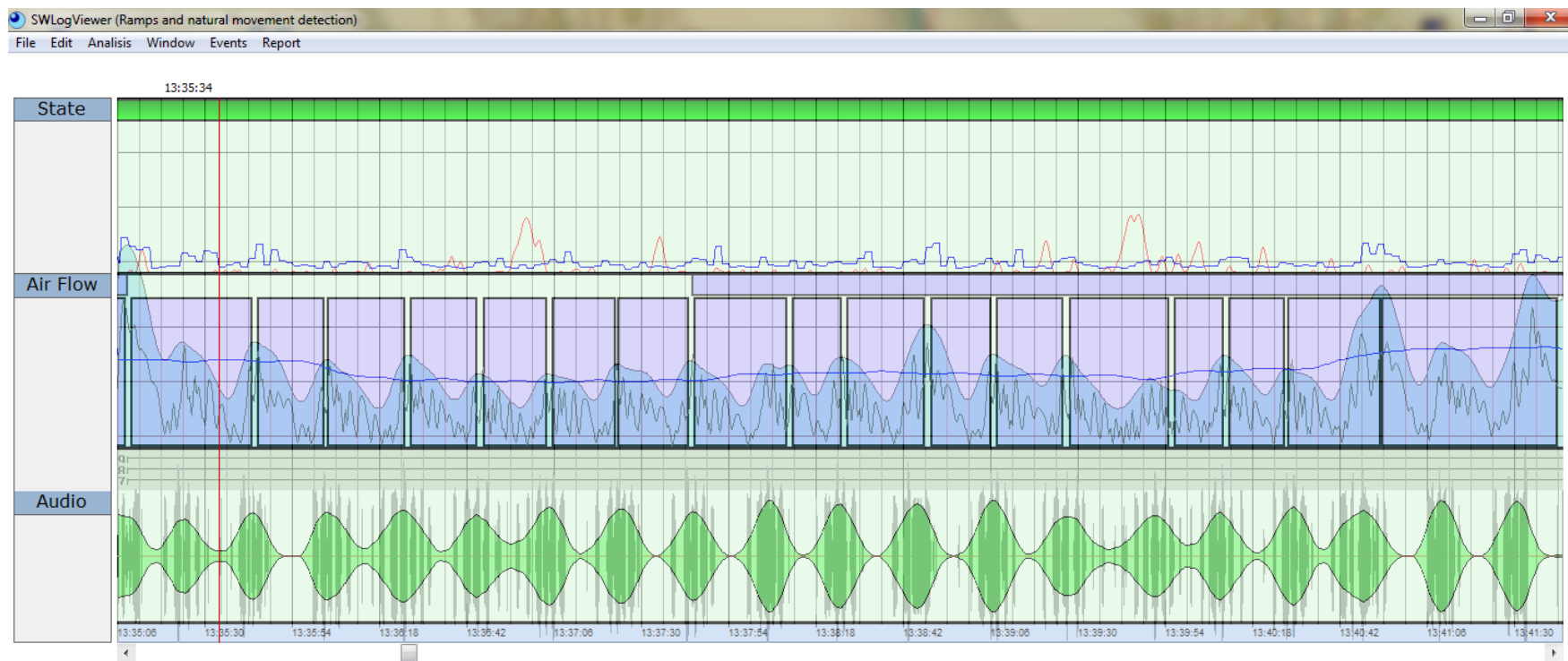


# DIAGNOSTICAR SENSE TOCAR

- n Algoritmos matemàtics para el anàlisis sucesivo de 30 imàgenes por segundo
- Compara el movimiento de cada imàgen con la anterior
- Identifica aquellos píxels en los que hay cambio de movimiento y los marca mediante unos puntos rojos.

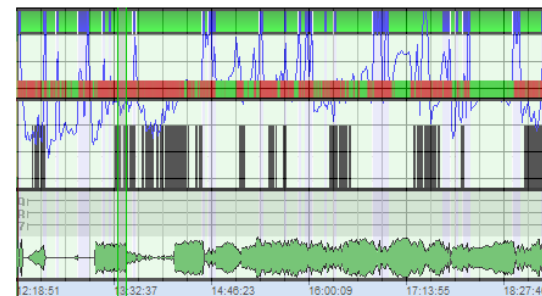


# DIAGNOSTICAR SENSE TOCAR

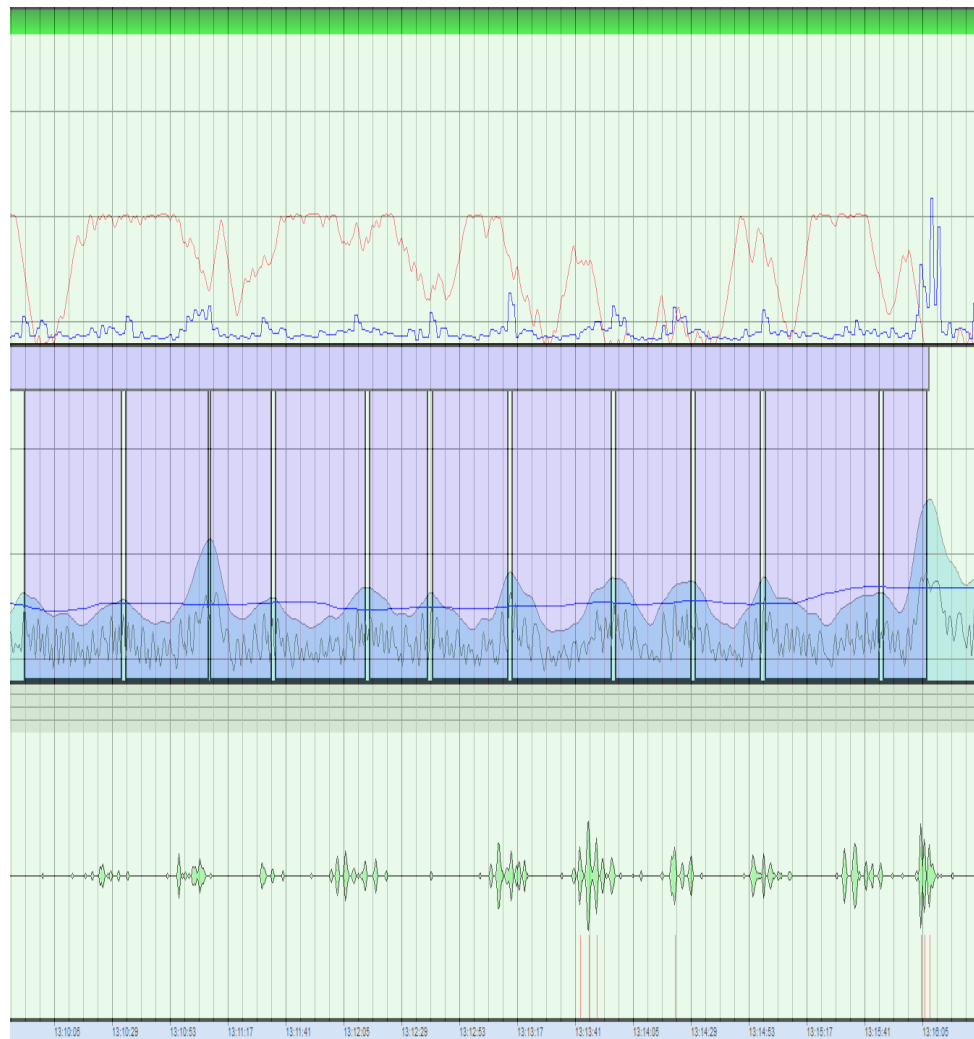
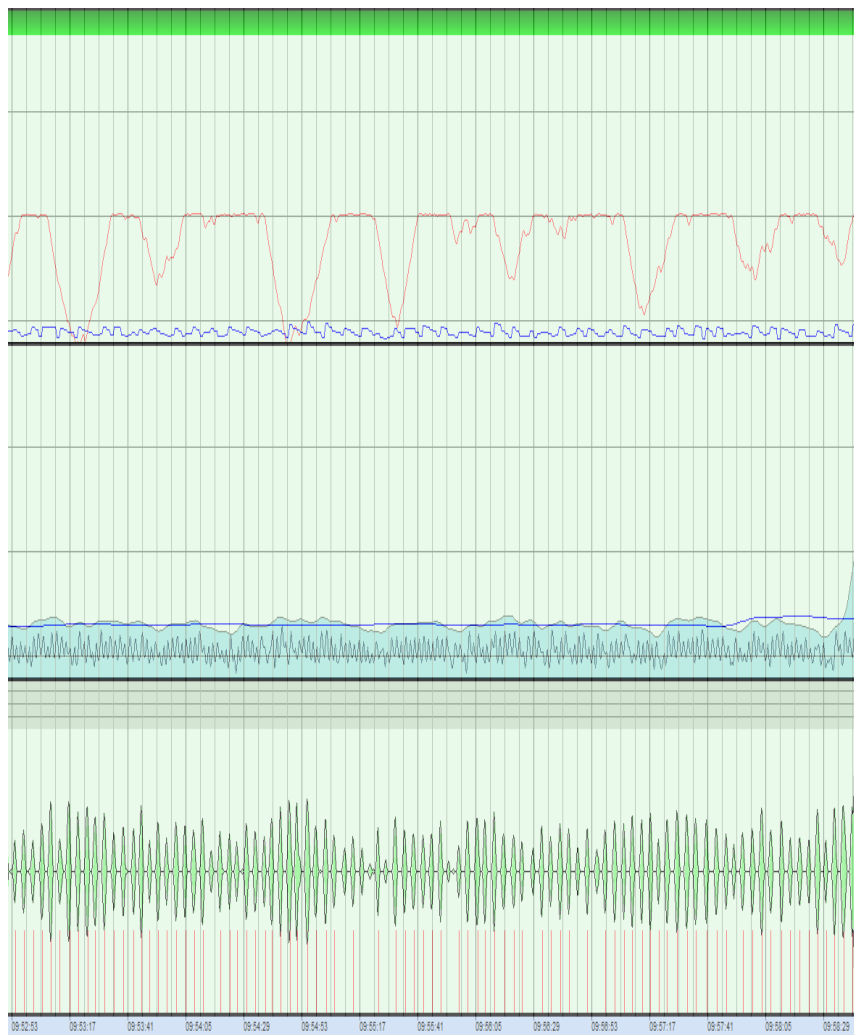


14/04/14 12:17:56 PM1397470676

Session Duration:	06:46:38
Session Start time:	12:17:56
Session End time:	19:04:34
Resp. Events:	189
Real Resp. Events:	516
Error:	-327
Sleep time	05:23:37 (5.393611)
IAH:	35.041458
Legs. Events:	0
IPLM:	0.000000
Number of discarded events	83



# DIAGNOSTICAR SENSE TOCAR



## SLEEP-DISORDERED BREATHING

### Automatic Video Analysis for Obstructive Sleep Apnea Diagnosis

Jorge Abad, PhD<sup>1,2,3</sup>; Aida Muñoz-Ferrer, MD<sup>1,2</sup>; Miguel Ángel Cervantes<sup>4,5</sup>; Cristina Esquinas, PhD<sup>3,6</sup>; Alicia Marin, PhD<sup>1,2,3</sup>; Carlos Martínez, PhD<sup>1,2,3</sup>; Josep Morera, MD<sup>1</sup>; Juan Ruiz, PhD<sup>1,2,3</sup>

<sup>1</sup>Department of Respiratory Medicine, Hospital Universitari Germans Trias i Pujol, Badalona, Spain; <sup>2</sup>Universitat Autònoma de Barcelona (UAB), Department of Medicine, Barcelona, Spain; <sup>3</sup>Centro de Investigación Biomédica en Red de Enfermedades Respiratorias (CIBERES), Madrid, Spain; <sup>4</sup>Universitat Politècnica de Catalunya (UPC), Barcelona, Spain; <sup>5</sup>Smart Vision Technologies, S.L, Barcelona, Spain; <sup>6</sup>Pneumology Department, University Hospital Vall d'Hebron, Barcelona, Spain

- Valorar la eficàcia de SleepWise® para diagnosticar SAHS y determinar el grado de gravedad en comparado con PSG
- Observacional prospectivo
- 56 pacientes consecutivos
- Se analizaron 50 pacientes (2 per EEG, 3 por dormir menos de de 4h i 1 por SCI)

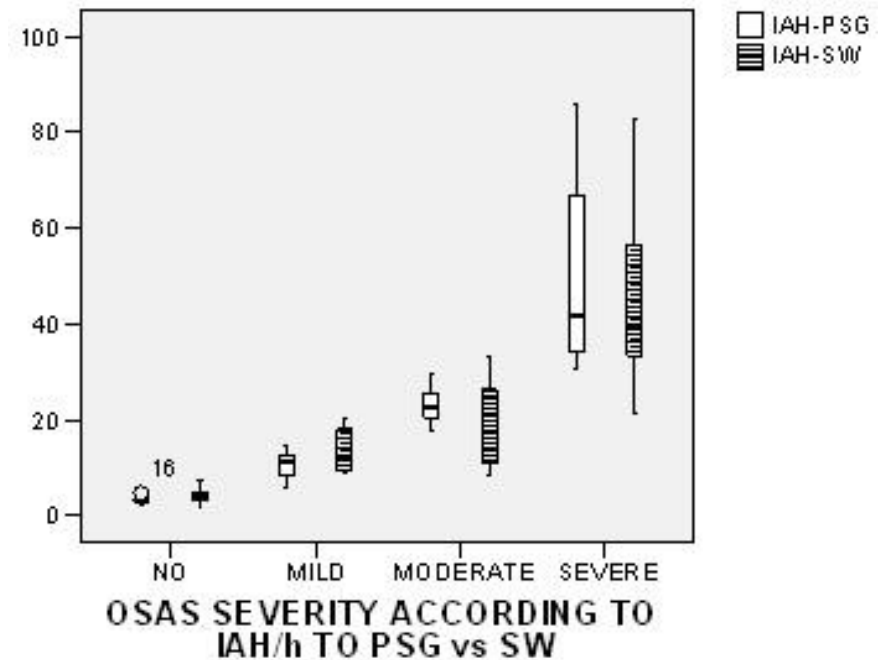
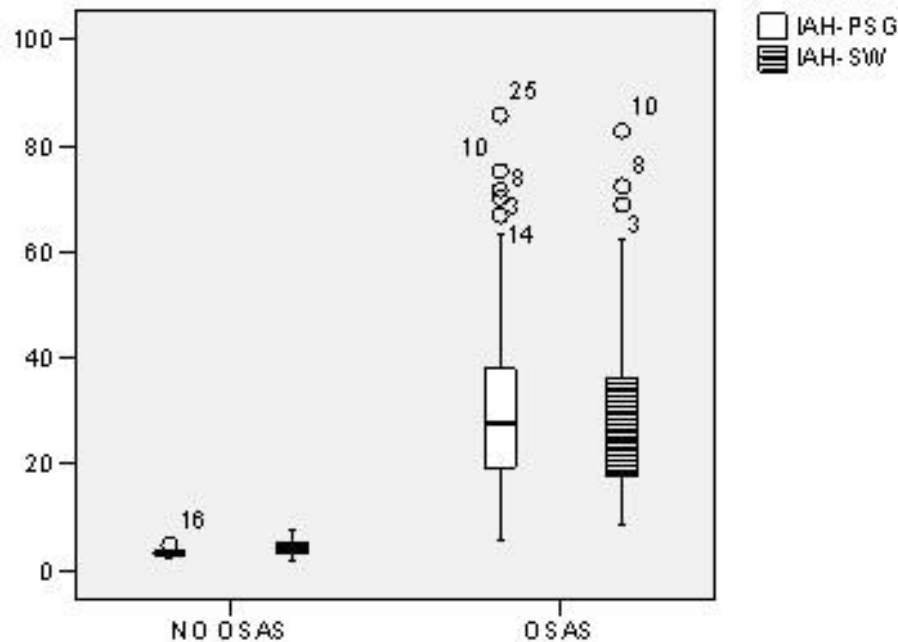
# DIAGNOSTICAR SENSE TOCAR

- No hubo diferencias significativas en tiempo de sueño, eventos totales ni en la mediana de IAHI entre ambos dispositivos.

	PSG	SW	p>.005
N	50	50	
Sleep time	5.4 (0.87)	5.28 (0.57)	0.675
Total events	123.0 (146.1)	117.5 (120.8)	0.224
AHI	25.35 (24.9)	22.8 (22.03)	0.131

# DIAGNOSTICAR SENSE TOCAR

- 44 pacients (88%) foren diagnosticats de SAHS amb PSG, amb una mitjana de IAH de 25.35 (24.9). SleepWise® diagnosticà a 45 pacients (90%) amb SAHS amb una mitjana de IAH de 22.8 (22.03).
- Si analitzem la capacitat de PSG i SleepWise® per classificar als pacients segons el grau de severitat observem que els 2 sistemes distribueixen als pacients de forma similar en els diferents grups



# DIAGNOSTICAR SENSE TOCAR

	<b>NO OSAS N=6</b>	<b>MILD OSAS N=10</b>	<b>MODERATE OSAS N=11</b>	<b>SEVERE OSAS N=23</b>
<b>PSG TOTAL EVENTS</b>	18.67 (6.89)	51.30 (17.10)	109.55 (25.43)	286.04 (136.47)
<b>SW TOTAL EVENTS</b>	21.83 (13.43)	59.70 (29.88)	96.82 (41.06)	244.09 (111.86)
<b>PSG AHI</b>	3.11 (0.97)	10.51 (2.95)	22.54 (3.47)	53.17 (20.56)
<b>SW AHI</b>	3.87 (1.96)	11.72 (5.67)	18.37 (7.49)	46.05 (19.38)
<b>PSG SLEEP TIME</b>	5.92 (8.37)	4.83 (0.52)	4.88 (1.08)	5.24 (0.1)
<b>SW SLEEP TIME</b>	5.49 (0.51)	5.07 (0.34)	5.25 (0.67)	5.23 (0.62)
<b>PSG NUMBER OF PACIENTES</b>	6 (12%)	10 (20%)	11 (22%)	23 (46%)
<b>SW NUMBER PATIENTS</b>	5 (10%)	12 (24%)	13 (26%)	20 (40%)

# DIAGNOSTICAR SENSE TOCAR

	SW AHI>5	SW AHI>15	SW AHI>30
Sn	1.000	0.882	0.826
Sp	0.833	0.813	0.963
PPV	0.978	0.909	0.950
NPV	1.000	0.765	0.867
Area under the curve (AUC)	0.917	0.847	0.895
Positive Likelihood ratio	5.988	5.347	22.324
Negative Likelihood ratio	0.001	0.219	0.181

SleepWise® mostró una sensibilidad del 100% y una especificidad del 83% para el diagnóstico de SAHS al compararlo con PSG. El VPP fue 97% y el VPN fue del 100%.

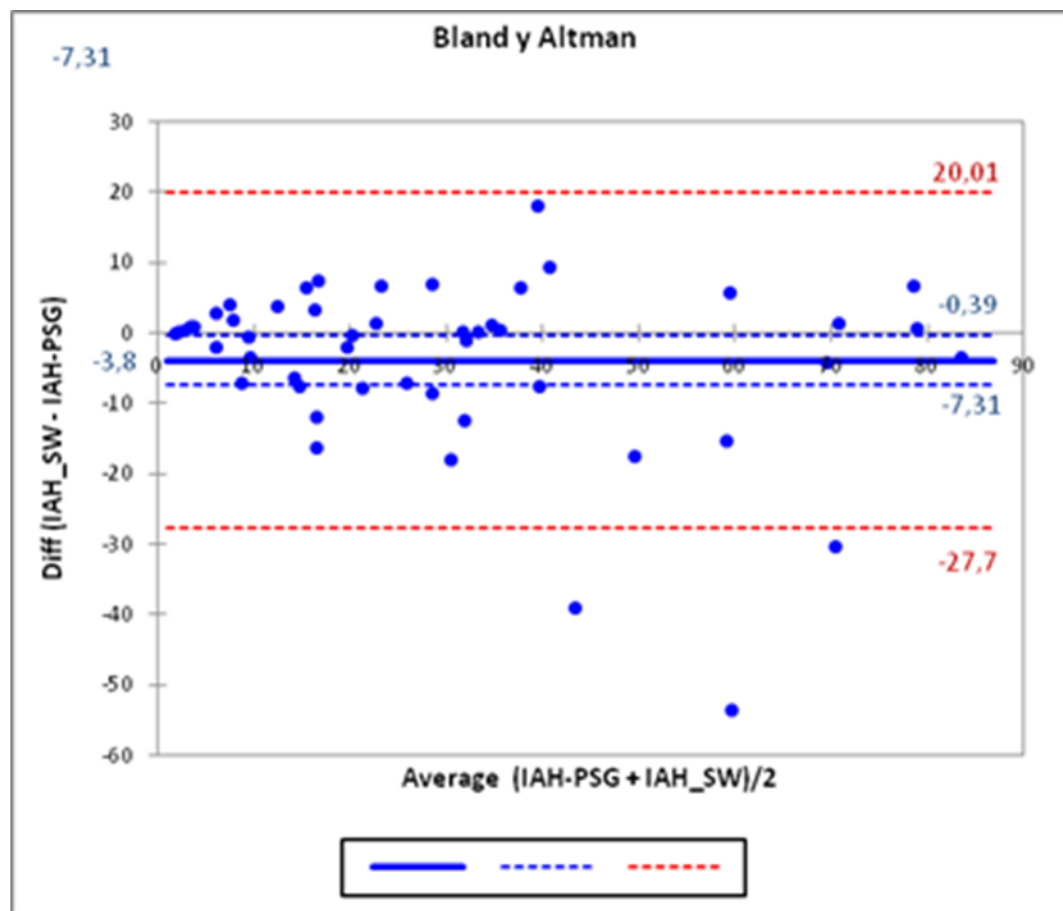
El área bajo la curva ROC se usó para analizar la validez diagnóstica de SleepWise® en comparación con PSG para los diferentes grados de severidad tomando los valores de IAH por cada grado de severidad como puntos de corte.

Los valores de las curva ROC para los pacientes leves, moderados y graves fueron 0.917, 0.847 y 0.895 respectivamente. El punto de corte de IAH que mostró el mayor potencial discriminatorio fue de 7.75.



# DIAGNOSTICAR SENSE TOCAR

- El gráfico de Bland-Altman comparando la media de IAH obtenidos por PSG y SleepWise® muestra una muy buena concordancia entre las 2 técnicas diagnósticas, con un bias de -3.85 con un error estándar de 12.81 y un intervalo de confianza de -0.39 a -7.31
- Existen 3 casos aislados que implican errores importantes .
- Analizándolos observamos que se tratan de casos en los SleepWise® cometió errores importantes en el recuento del número de eventos respiratorios totales.
- Estos errores fueron debidos a que los eventos respiratorios estaban en el límite de los 10 segundos.



## SLEEPWISE®: CONCLUSIONES

- Innovador, no invasivo y fiable para el diagnóstico de SAHS.
- Ventajas: no necesita de electrodos sobre el paciente, permite distinguir entre estados de sueño vigilia, lectura automática
- Desventajas: falta la oximetría ???

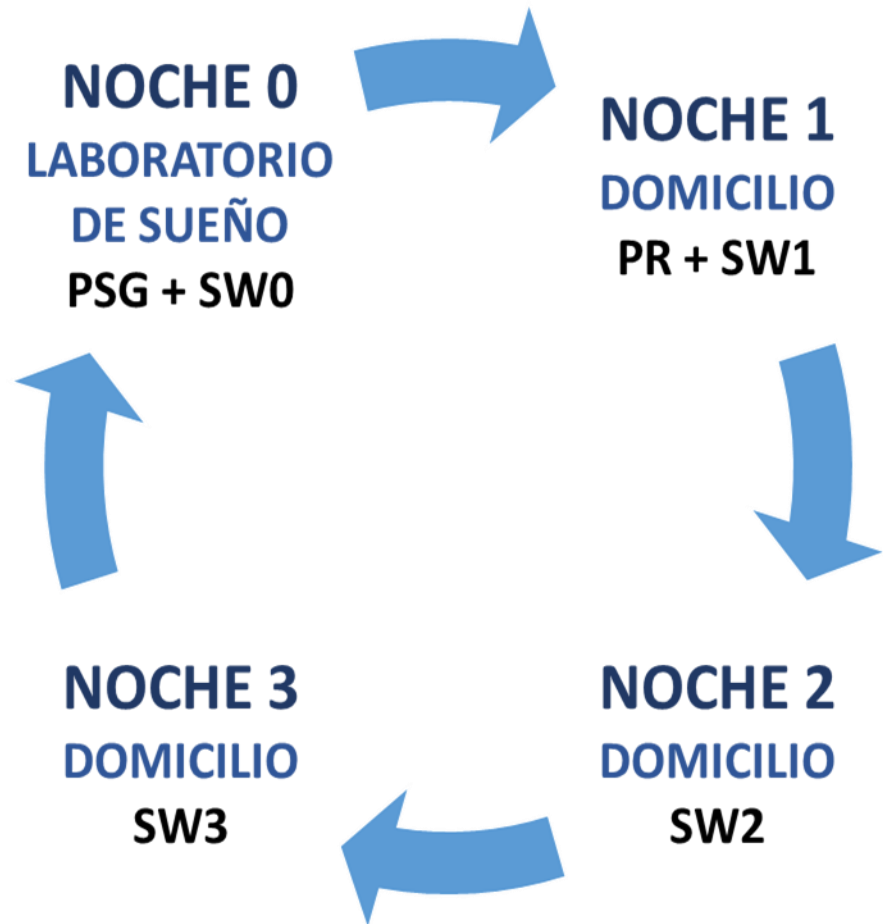
# DIAGNOSTICAR SENSE TOCAR

27

- Si se puede diagnosticar sin tocar..... y en las alteraciones del sueño **también**.
- ¿Esto se puede realizar en el domicilio del paciente ?.
- ¿Es un sistema valido en niños?

## SLEEPWISE® AL DOMICILI

- Estudio prospectivo y observacional.
- Mayores de edad con sospecha de SAHS.
- Criterios de exclusión: Dificultad para entender el funcionamiento tanto del polígrafo domiciliario como de la cámara de video y/o no firmar el consentimiento informado.





**Proyecto 030/2015 Utilidad del análisis automático de imágenes de video para el diagnóstico domiciliario del síndrome de apnea-hipopnea del sueño**

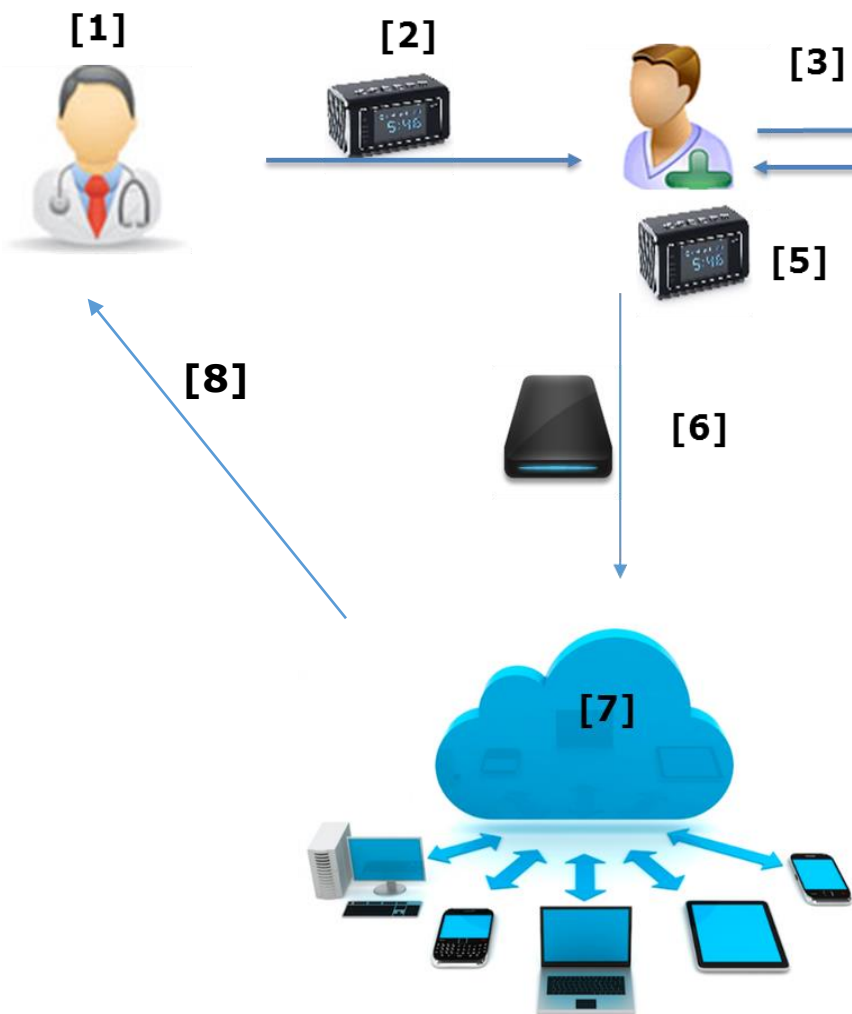
Dra. Aïda Muñoz Ferrer. Hospital Universitari Germans Trias i Pujol, Badalona, Barcelona.

	PSG	SW0	PR	SW1	SW2
<b>TTSUEÑO</b>	316,7±33,5	313,7±39,5	385,6±130,2	334,1±89,5	366,1±78,1
<b>EVENTOS TOTALES</b>	200,2±187, 7	195,1±150,8	193,7±273,4	206,0±203,6	193,5±111,0
<b>IAH</b>	37,1±30,0	38,4±28,7	25,5±29,9	32,3±27,7	33,0±25,3

**Comparación de Sleepwise y poligrafía respiratoria con polisomnografía:**

	SW0 vs PSG	PR vs PSG	SW1 vs PSG	SW2 vs PSG
<b>TTSUEÑO</b>	NS	0,020	NS	NS
<b>EVENTOS TOTALES</b>	NS	NS	NS	NS
<b>IAH</b>	NS	0,020	NS	NS

# DIAGNOSTICAR SENSE TOCAR



- 1.- SOLICITUD DE LA PRUEBA POR SOSPECHA DE SAHS
- 2.- EN LA UNIDAD DE SUEÑO, AREA BASICA SE LE PROPORCIONA Y EXPLICA LA CAMARA
- 3.- SE LLEVA LA CAMARA A DOMICILIO
- 4.- GRABACION NOCTURNA
- 5.- SE DEVUELVE LA CAMARA
- 6.- EN LA UNIDAD DE SUEÑO. AREA BASICA ETC. SE DESCARGAN EN UN PC EN UNA CARPETA DE DROPBOX
- 7.- AUTOMATICAMENTE LOS VIDEOS SUBEN A LA NUBE DONDE SON PROCESADOS
- 8.- LOS RESULTADOS SE GUARDAN EN UNA CARPETA Y SON ENVIADO AL MEDICO



EDITORIAL  
COPD

# Tele-medicine: a new promised land, just to save resources?

Nicolino Ambrosino<sup>1</sup> and Dewi Nurul Makhabah<sup>2</sup>

**Affiliations:** <sup>1</sup>Fondazione Volterra Ricerche, Volterra, Italy. <sup>2</sup>Pulmonary and Respiratory Medicine Dept, Medical Faculty Sebelas Maret University, Dr Moewardi General Hospital, Solo, Central Jawa, Indonesia.

**Correspondence:** Nicolino Ambrosino, Fondazione Volterra Ricerche, Borgo San lazzero 5, 56148, Volterra, Italy. E-mail: nico.ambrosino@gmail.com





Generalitat de Catalunya  
**Departament de Salut**



Institut Català  
de la Salut



**Germans Trias i Pujol**  
Hospital  
Institut Català de la Salut

# GRACIAS