

PROTOCOLO DE CRIBADO DE LA APNEA DEL SUEÑO PEDIÁTRICA MEDIANTE UN MÉTODO DE DEEP LEARNING UTILIZANDO SEÑALES NOCTURNAS DE ECG Y SPO₂

Clara García-Vicente^{1,2}, Gonzalo César Gutiérrez-Tobal^{1,2}, Adrián Martín-Montero^{1,2}, Máximo Domínguez-Guerrero¹, David Gozal³, Roberto Hornero^{1,2}

1. Grupo de Ingeniería Biomédica (GIB), Universidad de Valladolid, Valladolid, España; e-mail: clara.garciav@uva.es

2. Centro de Investigación Biomédica en Red de Bioingeniería, Biomateriales y Nanomedicina, Instituto de Salud Carlos III (CIBER-BBN), Valladolid, España

3. Joan C. Edwards School of Medicine, Marshall University, Huntington, Estados Unidos

INTRODUCCIÓN

La apnea obstructiva del sueño pediátrica (AOS) es un trastorno común que aumenta el riesgo de enfermedades cardíacas. La polisomnografía (PSG) es compleja, costosa e incómoda en niños, por lo que un diagnóstico más sencillo y temprano es crucial.

OBJETIVOS

Este estudio tiene como objetivo evaluar un enfoque basado en redes neuronales convolucionales (CNN) que utiliza electrocardiograma (ECG) y saturación de oxígeno en sangre (SpO₂) para estimar el índice de apnea-hipoapnea (IAH) y establecer un protocolo de cribado de la AOS pediátrica.

MATERIAL Y MÉTODOS

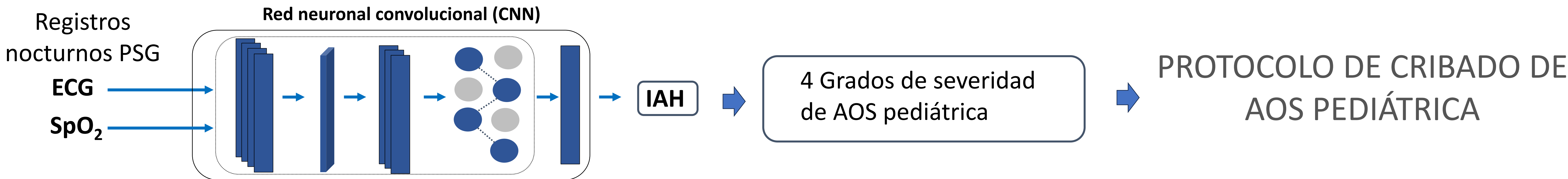
SUJETOS → Validación multicéntrica

CHAT: Childhood Adenotonsillectomy Trial; PATS: Pediatric Adenotonsillectomy Trial for Snoring; UofC: University of Chicago.

	Conjunto de entrenamiento (n _{train} = 1,413)		Conjunto de validación (n _{val} = 475)		Conjunto de test		
BBDD	Conjunto de entrenamiento de CHAT	Conjunto de entrenamiento de PATS	Conjunto de validación de CHAT	Conjunto de validación de PATS	Conjunto de test de CHAT	Conjunto de test de PATS	Conjunto de test de UofC
# sujetos	987 (61.34)	426 (58.28)	323 (20.07)	152 (20.79)	299 (18.58)	153 (20.93)	980 (100)
Edad (años)	7.00 ± 2.00	7.69 ± 0.00	7.00 ± 2.00	7.50 ± 0.00	6.90 ± 2.00	7.56 ± 0.00	6.00 ± 6.00
Sexo (F)	510 (51.67)	221 (51.88)	164 (50.77)	71 (46.71%)	161 (53.85)	86 (56.21)	379 (38.67)
IMC (Kg/m ²)	17.31 ± 5.93	18.98 ± 0.0	17.12 ± 6.25	18.37 ± 0.00	17.43 ± 6.04	17.95 ± 0.00	18.02 ± 6.02
IAH* (e/h)	2.64 ± 4.78	1.30 ± 2.30	2.45 ± 4.77	1.00 ± 2.10	2.32 ± 5.11	1.00 ± 2.60	3.8 ± 7.78
IAH < 1 e/h ⁽¹⁾ (n)	212 (21.48)	163 (38.26)	67 (20.74)	72 (47.37)	65 (21.74)	75 (49.02)	173 (17.65)
1 ≤ IAH < 5 e/h ⁽²⁾ (n)	487 (49.34)	190 (44.60)	167 (51.70)	62 (40.79)	144 (48.16)	53 (34.64)	401 (40.92)
5 ≤ IAH < 10 e/h ⁽³⁾ (n)	159 (16.11)	29 (6.81)	44 (13.62)	11 (7.24)	49 (16.39)	14 (9.15)	177 (18.06)
IAH ≥ 10 e/h ⁽⁴⁾ (n)	129 (13.07)	44 (10.33)	45 (13.93)	7 (4.61)	41 (13.71)	11 (7.19)	229 (23.37)

*IAH: Índice apnea-hipoapnea. IAH < 1 e/h⁽¹⁾: No AOS; 1 ≤ IAH < 5 e/h⁽²⁾: AOS leve; 5 ≤ IAH < 10 e/h⁽³⁾: AOS moderada; IAH ≥ 10 e/h⁽⁴⁾: AOS severa

MODELO DE DEEP LEARNING

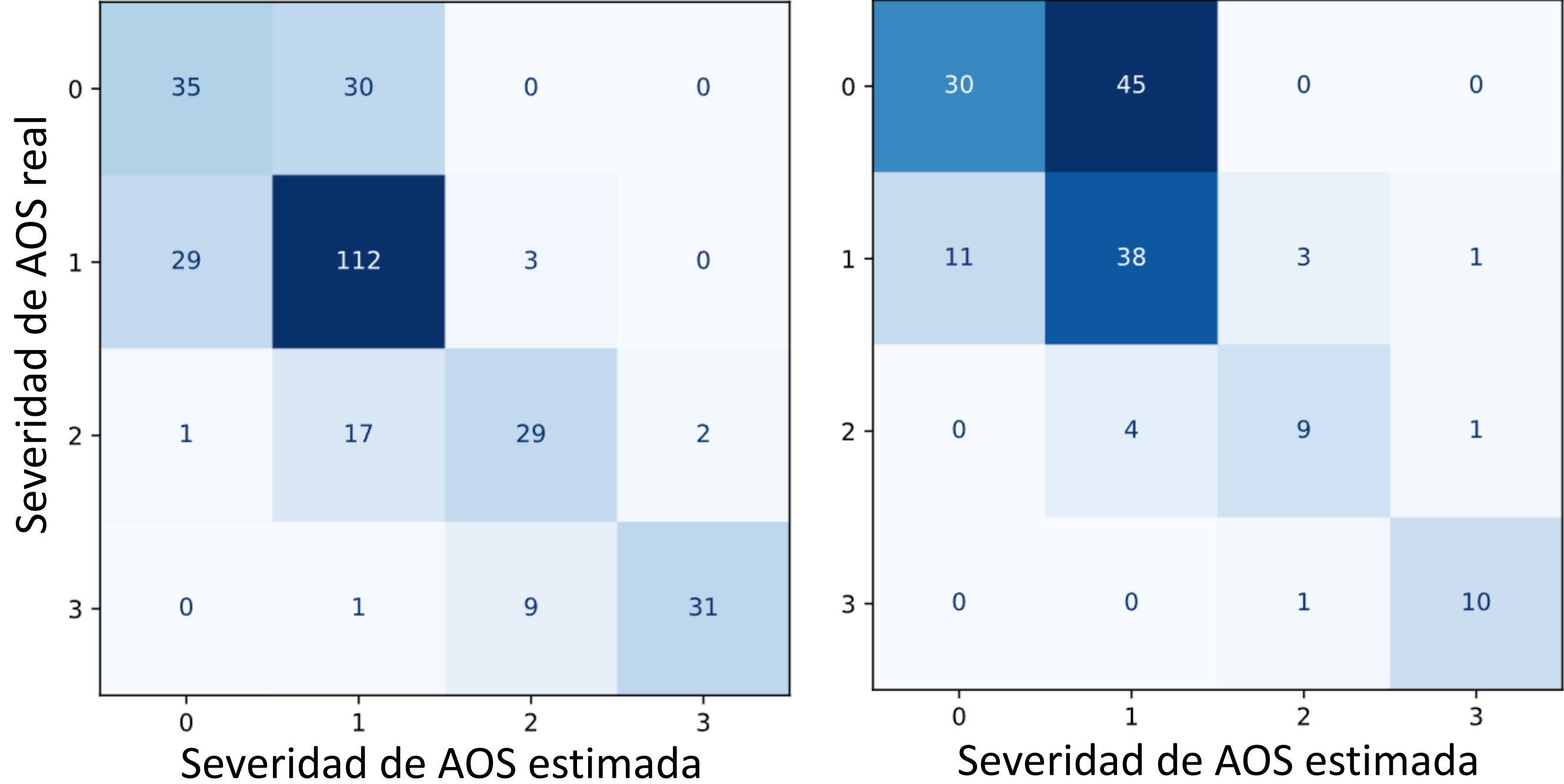


RESULTADOS

RENDIMIENTO DIAGNÓSTICO

Test CHAT, n = 299

Test PATS, n = 153



Kappa de Cohen de 4 clases

CHAT = 0.532
PATS = 0.345
UofC = 0.377

PROTOCOLO DE CRIBADO

Nivel 1: IAH < 1 evento/hora

Interpretación clínica

Alta probabilidad de ausencia de AOS. El 98,46% en CHAT y el 100% en PATS y UofC presentan IAH < 5 e/h real.

Recomendación primaria

Se descartaría AOS. No se requiere tratamiento específico.

Seguimiento

En caso de persistencia de síntomas, valorar la realización de PSG completa.

Nivel 3: 5 ≤ IAH < 10 eventos/hora

Diagnóstico confirmado

El 100% de los niños en las tres bases de datos presentan al menos AOS leve.

Correlación clínica

Alta fiabilidad en la estimación de la gravedad del trastorno.

Indicación terapéutica

Se recomendaría iniciar tratamiento específico sin necesidad de pruebas adicionales.

Nivel 2: 1 ≤ IAH < 5 eventos/hora

81,25%
CHAT

48,28%
PATS

70,37%
UofC

Presentan IAH > 1 e/h real



Recomendación

Se sugiere realizar una PSG completa para confirmar el diagnóstico de AOS.

Nivel 4: IAH ≥ 10 eventos/hora

CHAT

100%

PATS

91,67%

UofC

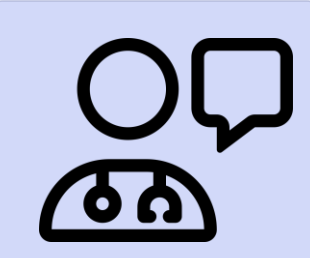
95,35%

Tratamiento inmediato recomendable

La mayoría de los pacientes presentan AOS moderada o grave.

CONCLUSIONES

APLICACIÓN PRÁCTICA



Evaluación inicial

Aplicación del modelo predictivo en consulta externa.



Estratificación

Clasificación de AOS en uno de los cuatro niveles diagnósticos.



Decisión clínica

Determinar necesidad de PSG o tratamiento directo.



Seguimiento

Monitorización de respuesta y ajuste terapéutico según evolución.

VENTAJAS CLÍNICAS

Optimización de recursos

Se evitarían el 46,5% (CHAT), 43,1% (PATS) y 45,2% (UofC) de las PSGs, priorizando los casos con mayor probabilidad de AOS grave.

Precisión diagnóstica

✓ Ningún niño en CHAT ni PATS y sólo el 2,3% en UofC con IAH < 1 e/h serían indicados innecesariamente para tratamiento.

✓ Únicamente el 1,1% en CHAT y ningún niño en PATS ni UofC con IAH > 5 e/h no serían derivados a PSG/tratamiento en su primera visita al especialista.

Intervención temprana

Ayudaría a reducir las listas de espera, facilitando un diagnóstico preciso y el tratamiento inmediato en casos graves.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación forma parte del proyecto PID2023-148895OB-I00, financiado por MICIU/AEI/10.13039/501100011033 y FSE+, y del proyecto CPP2022-009735, financiado por MICIU/AEI/10.13039/501100011033 y la Unión Europea NextGenerationEU/PRTR. También ha sido apoyada por el proyecto "0043_NET4SLEEP_2_E", cofinanciado por la Unión Europea a través del Programa Interreg VI-A España-Portugal (POCTEP) 2021-2027; y por "CIBER-Consorcio Centro de Investigación Biomédica en Red" (CB19/01/00012).

