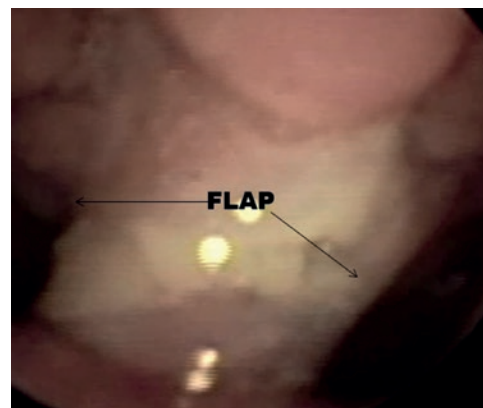
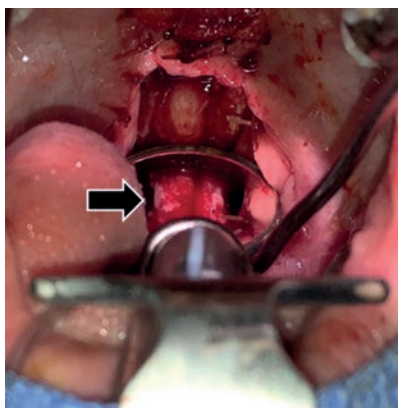
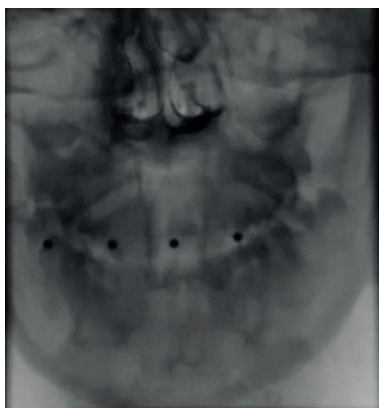


Anales Médicos

Volumen 70, Número 1 / Enero - Marzo 2025

Pharyngeal flaps customized according to findings of outpatient videofluoroscopy and videonasopharyngoscopy in the operating room. Preliminary results



32^a Carrera / Caminata

Asociación Médica del Centro Médico ABC
familiares y amigos



Sábado 24 de mayo

II Sección, Bosque de Chapultepec



Calentamiento 6:30 am | Salida 7:00 am

Cuota de recuperación

Individual \$300^{oo}

Familiar \$750^{oo} (máx 4 personas)

Informes e inscripciones

Asociación Médica del Centro Médico ABC

asociacionmedica@abchospital.com

Ext. 1781 / 8474

Carrera 5 y 10 km

Caminata 3 km

Reto Kids



Mifel

Centro de **Nutrición & Obesidad ABC**

RED DOWN
MÉXICO



Aerosol Medical Systems
• EST 1994 •

Asociación Mexicana de
Fibrosis Quística, A.C.



Fundación
ABC
I.A.P.



Patronato
en favor de
Comedor Santa María A.C.



Leer
contigo
cuantos que curan



CIUDAD DE MÉXICO
CAPITAL DE LA TRANSFORMACIÓN

INSTITUTO DEL DEPORTE
DE LA CIUDAD DE MÉXICO



**La vida
nos une.®**

**Cuidamos tu salud y la
tranquilidad de los tuyos**

Centro Cardiovascular ABC

Cuidamos tu salud y la tranquilidad de los tuyos

Centro de Cáncer ABC



Anales Médicos

Volumen 70, Número 1 / Enero - Marzo 2025

CONSEJO EDITORIAL / EDITORIAL BOARD

Director / Director

Adiel Asch Rabinovich

Departamento de Otorrinolaringología, Cirugía de Cabeza y Cuello, Centro Médico ABC Santa Fe;
Presidente de la Asociación Médica del Centro Médico ABC,
Ciudad de México, México

Editor en Jefe / Editor in Chief

Miguel Ángel Collado Corona

Servicio de Neurofisiología Clínica, Centro Neurológico, Centro Médico ABC Santa Fe,
Ciudad de México, México

Coeditores / Coeditors

Emilio Arch Tirado

Centro Neurológico, Centro Médico ABC Santa Fe,
Ciudad de México, México

Daniel Bross Soriano

Servicio de Otorrinolaringología, Centro Médico ABC Santa Fe,
Ciudad de México, México

Editores Eméritos / Emeritus Editors

Raquel Gerson Cwilich

Servicio de Oncología Clínica, Centro Médico ABC
Observatorio, Ciudad de México, México

Juan Manuel Fernández Vázquez

Ortopedia, Traumatología y Cirugía de Mano, Centro Médico ABC Santa Fe,
Ciudad de México, México

COMITÉ EDITORIAL / EDITORIAL COMMITTEE

Yuria Ablanado Terrazas

Departamento de Otorrinolaringología,
Centro Médico ABC Santa Fe, Ciudad de México, México

Rodrigo Ayala Yáñez

Departamento de Ginecología y Obstetricia,
Centro Médico ABC, Ciudad de México, México

Yazmín Amelia Chirino Barceló

Departamento de Pediatría, Centro Médico ABC,
Ciudad de México, México

Cesar Óscar Decanni Terán

Departamento de Cirugía General,
Cirugía de Aparato Digestivo, Cirugía de Colon y Recto,
Centro Médico ABC Santa Fe,
Ciudad de México, México

Germán Fajardo Dolci

Director General de Atención a la Salud,
Universidad Nacional Autónoma de México,
Ciudad de México, México

Pablo Cuevas Corona

Psiquiatra, Escuela Militar de Graduados en Sanidad,
Ciudad de México, México

Horacio Olivares Mendoza

Departamento de Anestesia y Medicina Crítica,
Centro Médico ABC,
Ciudad de México, México

José Halabe Cherem

Unidad de Medicina Interna, Centro Médico ABC,
Ciudad de México, México

Ana Luisa Hernández Pérez

Servicio de Anestesiología, Centro Médico ABC,
Ciudad de México, México

Sergio Agustín Islas Andrade

Unidad de Medicina Interna, Centro Médico ABC,
Ciudad de México, México

Moisés Mercado Atri

Unidad de Investigación Médica de Enfermedades Endocrinas,
Centro Médico Nacional Siglo XXI,
Ciudad de México, México

Óscar Sánchez Escandón

Centro Neurológico, Centro Médico ABC,
Ciudad de México, México

Robin Jennifer Shaw Dulin

Gineco Obstetricia-Oncología, Servicio de mama,
Instituto Nacional de Cancerología,
Centro Médico ABC Santa Fe,
Ciudad de México, México

María Elena Soto López

Línea Cardiovascular, Hospital ABC;
Departamento de Inmunología,
Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez,
Ciudad de México, México

Óscar Tatsuya Teramoto Matsubara

Gastroenterología y Endoscopia,
Centro Médico ABC,
Ciudad de México, México

Clara Aurora Zamorano Jiménez

Departamento de Pediatría, Centro Médico ABC,
Observatorio, Ciudad de México, México

COMITÉ INTERNACIONAL / INTERNATIONAL COMMITTEE

Pablo Antonio Ysunza

Department of Speech and Language Pathology,
Corewell Health William Beaumont University Hospital, Royal Oak,
Michigan, USA

Esteban Cordero Asanza

Unidad de Neurocirugía,
Hospital Vall d'Hebron,
Barcelona, España

Ibrahim Obeid

Department of Spine Surgery,
Bordeaux University Hospital, Bordeaux, Clinique du Dos,
Elsan Jean Villar, Bordeaux, France

Imad Najm, Cleveland

Department Epilepsy Center, Primary Location,
Cleveland Clinic Main Campus
Ohio, USA

Joseph Varon

Servicio de Terapia intensiva y de la Unidad COVID-19,
United Memorial Medical Center,
Baylor College of Medicine,
Houston, Texas, EEUU

Sergio Daniel Cano Ortiz

Centro de Estudios de Neurociencias,
Facultad de Ingeniería Eléctrica, Universidad de Oriente,
Santiago de Cuba, Cuba

Alejandro Iranzo de Riquer

Servicio de Neurología,
Hospital Clínico de Barcelona,
Barcelona, España

Mauricio Lisker Melman

Department of Gastroenterology,
John T. Milliken Department of Medicine,
Washington University in St. Louis, St. Louis, EEUU

Los trabajos originales deberán ser depositados en su versión electrónica en el siguiente URL:

<http://publisher.analesmedicosabc.permanyer.com>



Esta obra se presenta como un servicio a la profesión médica. El contenido de la misma refleja las opiniones, criterios y/o hallazgos propios y conclusiones de los autores, quienes son responsables de las afirmaciones. En esta publicación podrían citarse pautas posológicas distintas a las aprobadas en la Información Para Prescribir (IPP) correspondiente. Algunas de las referencias que, en su caso, se realicen sobre el uso y/o dispensación de los productos farmacéuticos pueden no ser acordes en su totalidad con las aprobadas por las Autoridades Sanitarias competentes, por lo que aconsejamos su consulta. El editor, el patrocinador y el distribuidor de la obra, recomiendan siempre la utilización de los productos de acuerdo con la IPP aprobada por las Autoridades Sanitarias.



PERMANYER
www.permanyer.com

Permanyer Mexico

Temistocles, 315
Col. Polanco, Del. Miguel Hidalgo
11560 Ciudad de Mexico
mexico@permanyer.com

Permanyer

Mallorca, 310 – Barcelona (Cataluña), España
permanyer@permanyer.com

ISSN: 0185-3252

Ref.: 10978AMEX251



www.permanyer.com

Reproducciones con fines comerciales

Sin contar con el consentimiento previo por escrito del editor, no podrá reproducirse ninguna parte de esta publicación, ni almacenarse en un soporte recuperable ni transmitirse, de ninguna manera o procedimiento, sea de forma electrónica, mecánica, fotocopando, grabando o cualquier otro modo, para fines comerciales.

Anales médicos es una publicación *open access* con licencia *Creative Commons*
CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Las opiniones, hallazgos y conclusiones son las de los autores. Los editores y el editor no son responsables y no serán responsables por los contenidos publicados en la revista.

© 2025 Órgano Oficial de Comunicación Científica. Asociación Médica del Centro Médico ABC. Publicado por Permanyer.

Pharyngeal flaps customized according to findings of outpatient videofluoroscopy and videonasopharyngoscopy in the operating room. Preliminary results

Colgajos faríngeos personalizados según los hallazgos de la videofluoroscopia ambulatoria y la videonasofaringoscopia en quirófano. Resultados preliminares

Kongkrit Chaiyasate¹, Matthew Rontal^{1*}, Prasad Thottam¹, Kenneth Shaheen¹, Cheryl L. Lozon², and Pablo A. Ysunza¹

¹Ian Jackson Craniofacial and Cleft Palate, Clinic of Corewell Health William Beaumont University Hospital, Royal Oak; ²Early On Program, Troy School District. Michigan, U.S.A.

Abstract

Background: Pharyngeal flap (PF) is the most common procedure for correcting residual velopharyngeal insufficiency (VPI) in patients with previously repaired palatal cleft. The optimal diagnostic marker for planning pharyngeal surgery is the combination of videonasopharyngoscopy (VNP) and videofluoroscopy (VF). Patients under 10 years of age comply with VF without significant discomfort. In contrast, compliance for an adequate velopharyngeal assessment by VNP is not always possible in this age population. **Objective:** The purpose of this paper is to report the preliminary results of a protocol for planning and performing PF in patients under 10 years of age by outpatient (OP) VF and performing VNP in the operating room (OR), immediately before the surgical procedure under light pre-operative sedation. **Material and methods:** This is a prospective study of the Ian Jackson Craniofacial Clinic, Royal Oak, MI from 2013 to 2024. The study group included 59 patients under 10 years of age with residual VPI following palatal repair. All patients underwent PF surgery customized according to findings of VF as OP, and VNP in the OR. **Results:** Fifty-four out of 59 (91.5%) patients corrected VPI following PF surgery. There were no intraoperative complications in any of the cases. The most common causes of failure were inferior migration, shrinking, lateral dehiscence, or total detachment of the flap. None of the cases presented with post-operative sleep-disordered breathing. **Conclusion:** Preliminary results of this protocol suggest that performing VF as OP, and VNP in the OR under light sedation are safe and reliable procedures for planning and performing PF surgery with optimal success rate.

Keywords: Cleft palate. Pharyngeal flap. Surgery. Velopharyngeal insufficiency.

Resumen

Antecedentes: El colgajo faríngeo (PF) es el procedimiento más común para corregir el VPI residual en pacientes con fisura palatina previamente reparada. El marcador diagnóstico óptimo para planificar la cirugía faríngea es la combinación de videonasofaringoscopia (VNP) y videofluoroscopia (VF). Los pacientes menores de 10 años se someten a la VF sin molestias significativas. En cambio, en esta población de edad no siempre es posible realizar una evaluación velofaríngea adecuada mediante PNV. **Objetivo:** El objetivo de este trabajo es presentar los resultados preliminares de un protocolo para planificar

*Correspondence:

Matthew Rontal
E-mail: matthewrontal@gmail.com

Date of reception: 28-01-2025

Date of acceptance: 10-02-2025

DOI: 10.24875/AMH.M25000103

Available online: 04-04-2025

An Med ABC. 2025;70(1):1-6

www.analesmedicosabc.com

0185-3252 / © 2025 Asociación Médica del Centro Médico ABC. Published by Permanyer. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

y realizar la FP en pacientes menores de 10 años mediante FV ambulatoria (OP) y realizar la PNV en el quirófano (OR), inmediatamente antes del procedimiento quirúrgico bajo sedación preoperatoria ligera. **Material y métodos:** Se trata de un estudio prospectivo de la Clínica Craneofacial Ian Jackson, Royal Oak, MI desde 2013 hasta 2024. El grupo de estudio incluyó cincuenta y nueve pacientes menores de 10 años con IPV residual tras reparación palatina. Todos los pacientes fueron sometidos a cirugía de colgajo faríngeo personalizada según los hallazgos de FV como OP, y VNP en el quirófano. **Resultados:** Cincuenta y cuatro de 59 (91,5%) pacientes corrigieron la IPV tras la cirugía de colgajo faríngeo. No hubo complicaciones intraoperatorias en ninguno de los casos. Los casos más frecuentes de fracaso fueron migración inferior, encogimiento, dehiscencia lateral o desprendimiento total del colgajo. Ninguno de los casos presentó trastornos respiratorios del sueño postoperatorios. **Conclusiones:** Los resultados preliminares de este protocolo sugieren que la realización de VF como OP y VNP en el quirófano bajo sedación ligera son procedimientos seguros y fiables para planificar y realizar la cirugía de colgajo faríngeo con una tasa de éxito óptima.

Palabras clave: Paladar hendido. Colgajo faríngeo. Cirugía. Insuficiencia velofaríngea.

Introduction

The cleft palate is the most common craniofacial malformation. The treatment of this condition is surgical. The aim of the surgical procedure to repair a palatal cleft is to restore the function of the velopharyngeal sphincter during speech. That is, correcting the inherent velopharyngeal insufficiency (VPI) which occurs because of the cleft palate¹⁻³.

Cleft palate repair provides a functional velopharyngeal sphincter in about 70-80% of the cases. However, 20-30% of patients persist with VPI following the surgical procedure^{1,4,5}. These patients require a secondary surgical procedure to correct persistent or residual VPI^{6,7}.

The American Cleft Palate Association guidelines for performing surgery for correcting persisting VPI following palatal repair recommends the performance of imaging before surgical treatment of VPI⁸. The guidelines describe only videonasofaringoscopia (VNP) as the imaging procedure. However, other reports support the use of a combination of VNP and videofluoroscopy (VF)^{1,9,10}.

The combination of VNP and VF is the best approach for the evaluation of the velopharyngeal sphincter (VPS) during speech¹¹. Multiple reports describe that the best success rates for correcting residual VPI are achieved when the surgical procedure is customized according to imaging findings^{1,12,13}.

VNP provides an *in vivo* examination of the (VPS) during speech. However, young children do not always tolerate this procedure well enough to complete all the necessary speech tasks with the best articulation placement possible¹³. In contrast, most young children comply with the performance of VF without difficulty. The craniofacial team should not consider these two procedures as options but as a combination for an optimal assessment of the VPS during speech. The rationale is that each procedure provides useful but

different data. As mentioned herein, VNP provides direct *in vivo* examination of the VPS, but there are limitations. VNP provides only a 2-dimensional view. Furthermore, it cannot provide actual-size measurements of the structures of the sphincter and their movements^{6,13}. VF provides imaging of the sphincter from different views allowing a 3-dimensional assessment of the structures and their movements. Furthermore, VF does provide actual-size measurements^{1,12-14}.

Although young children tolerate VF better than VNP, it does not provide an accurate assessment of adenoid and palatine tonsils. The assessments of these structures are essential for the planning of surgical procedures for correcting VPI. Furthermore, VNP allows a complete examination of the entire vocal tract, not only the VPS^{12,13}.

VF involves the use of X-rays which has created controversy in medical literature^{12,15,16}. However, following specifically designed protocols can decrease the risks of radiation effectively. Moreover, young children can undergo VF as outpatients (OPs) without any sedation^{12,16}.

Young children can also undergo VNP as an OP procedure, but they do not necessarily comply with allowing a complete examination of the whole vocal tract during speech^{12,17,18}.

The purpose of this paper is to report the preliminary results of customizing the surgical procedure for correcting VPI in patients under 10 years of age by performing VF as an OP and performing VNP in the operating room (OR), immediately before the surgery, under light sedation.

Material and methods

The Internal Review Board of the Corewell William Beaumont University Hospital in Royal Oak, Michigan, USA, approved this research protocol.

The protocol indicated recruiting all patients with residual VPI following palatal repair for the study group. Patients included in the group had to meet the following inclusion criteria: (a) unilateral or bilateral cleft lip and palate or isolated cleft palate; (b) primary palate and lip repair during the 1st month of life; (c) secondary palate repair before 6 months of age per the protocol established in the hospital^{11,12,17,18}; (d) residual or persistent VPI following palatal repair as demonstrated by speech pathology evaluation and nasometry¹⁹; (e) patients undergoing pharyngeal flap (PF) surgery for correcting VPI; (f) PFs customized individually according to imaging findings as described previously^{11,12,17,18}; (g) the patients included in the study group should be ≤ 10 years of age.

The protocol also indicated the following exclusion criteria: (a) patients with post-operative fistula; (b) patients with previous secondary surgical procedures for VPI; (c) syndromic patients; (d) patients with concomitant neurologic disorders or severe language impairments.

VF was performed according to the previously reported protocol of the craniofacial clinic as an OP procedure¹². For the adequate performance of VF, the patient had to be able to repeat a speech sample with adequate articulation placement at least during the articulation of short words. All patients underwent a speech and language pathology (SLP) evaluation before the procedure. Patients with consistent compensatory articulation patterns (e.g., glottal stops, nasal fricatives, etc.) underwent a SLP intervention before the VF¹².

VNP was performed in the OR under light sedation. It should be noted that the patient should be able to repeat the speech sample used in the craniofacial clinic with adequate articulation placement. The protocol for the analysis of velopharyngeal function during speech by VNP at the craniofacial clinic was published previously^{11,17}.

From January 2013 to July 2024, patients meeting the inclusion criteria were included in the study group.

A total of 74 patients underwent PF surgery according to imaging findings during this period. Only 59 patients completed pre-operative and post-operative evaluations.

The sample size was calculated according to success rates for correcting residual VPI at the craniofacial clinic in the 5 years before the start of the recruiting process for the protocol of PF surgery according to OP VF and VNP in the OR. A 95% interval and a power of 80% were selected for the calculation. A minimum of

seventy patients should have complete pre-operative and post-operative evaluations to provide reliable results. The project is still ongoing.

To perform the VNP in the OR, the patients were sedated by Midazolam administered orally at a dose of 0.05 mg/kg in the pre-operative unit. The patient was taken to the OR and nitrous oxide was administered by an anesthesia mask.

The patient was in a semi seated position on the surgical bed, already strapped and held by 2 OR surgical nurses.

One of the nurses held the arms and the other one held the head tightly to avoid any movement.

The patient had to be able to repeat the speech sample with adequate articulation placement of most plosive or fricative phonemes. Inconsistent but not frequent compensatory articulation patterns were acceptable during the repetition of the speech sample. A pediatric flexible scope with 2.4 mm at the tip was used in all cases.

The VNP was recorded with sound.

After the VNP had been completed the general anesthesia induction was started by the anesthesiologist with sevoflurane through an anesthesia mask. Simultaneously, an IV line was placed, and IV anesthesia induction was performed. The patient was intubated and the Dingman mouth gag was placed.

The previous VF and the VNP performed in the OR were analyzed by the attending surgeon and the coordinator of SLP of the craniofacial clinic. The protocol for assessing the function of the VPS during the speech was described in detail in previous reports^{11,17}.

All PFs were performed by the four craniofacial surgeons of the craniofacial clinic. The surgical techniques for performing the PFs were slightly different depending on the surgeon. Three surgeons split the palate following the technique. One did not. The surgical techniques have been described in detail in previous reports^{11,17}.

All patients underwent a post-operative evaluation 2 months following the surgical procedure including a SLP evaluation and nasometry. Only cases with persistent data of VPI following PF surgery underwent further VNP. VF was performed only in cases undergoing another surgical procedure to correct persistent VPI.

Results

The ages of the 59 patients included in the study group ranged from 4 years and 5 months to 9 years and 11 months. The median age was 5 years and

4 months. Thirty-nine patients were males, and 20 patients were females.

VF was appropriately completed as OP in all 59 cases. The mean total radiation time was 2.80 mSieveverts (mSv). The standard deviation (SD) was 1.25 mSv. The range was 1.4-9.45 mSV.

When the adenoid pad was covering $\geq 50\%$ of the airway ($\geq 2 +/ 4$) as observed by the lateral view of the VF, adenoidectomy was scheduled. Adenoidectomy was performed using Coblator II as reported previously^{11,12}. It should be emphasized that all adenoid lymphoid tissue had to be completely removed. Fifty patients (84%) underwent adenoidectomy in preparation for PF surgery.

Palatine tonsils were assessed by direct intraoral vision and by the frontal view of the VF. When tonsils were classified $\geq 3 +/ 4$, tonsillectomy was performed in the same surgical stage as adenoidectomy (tonsillectomy + adenoidectomy = T & A). Forty out of the 50 patients with adenoid hyperplasia underwent T & A (80%).

PF surgery was scheduled at least 4 months but not more than 8 months following adenoidectomy or T & A. VNP was appropriately performed in the OR in all cases. No cases of lymphoid tissue remnants or regrowth were demonstrated by VNP.

Table 1 displays the number of patients operated on by each of the surgeons participating in this study (Table 1). There were no complications during the surgical procedure in any of the cases.

Pre-operative nasometry demonstrated mean nasalance (MN) above mean + 2 SD per the normative study of the craniofacial clinic in all cases (Table 2). MN ranged from 55% to 90%. The mean MN was 59%; SD = 14%. All patients demonstrated inconsistent nasal emission by perceptual assessment. Nasal emission was not phoneme-specific in any of the cases. Fifty-seven cases presented with moderate hypernasality. Two of the cases were classified as severe hypernasality by SLP evaluation. The scale reported by the interdisciplinary group for the evaluation of universal parameters for reporting speech outcomes in individuals with cleft palate²⁰ was used for the resonance assessment.

Two months postoperatively, 54 patients (91.5%) demonstrated normal nasal resonance, absence of nasal emission, and MN within normal limits (Table 2). In contrast, five patients were persistent with signs of VPI including MN above normal limits, inconsistent nasal emission, and moderate hypernasality. It should be noted that the two cases with severe hypernasality did not demonstrate signs of VPI postoperatively. The

Table 1. Cases operated on by the surgeons participating in this study

Surgeon	No. cases
1	12
2	15
3	22
4	10
Total	59

Table 2. Nasometry normative data

*Normative data (per a normative study performed 2023) at the Speech and Voice Laboratory, Department of Speech & Language Pathology, Corewell Health William Beaumont University Hospital	
Males	
X = 26.71	
SD = 4.15	
	Ref = 18-35%
Females	
X = 29.50	
X = 29.50	
	Ref = 23-35%

Sample: Rainbow Passage

Table 3. Post-operative outcomes

Surgeon	Corrected VPI	Persistent VPI
1	11	1
2	14	1
3	20	2
4	9	1
Total	54	5

VPI: velopharyngeal insufficiency.

distribution of persistent VPI postoperatively as stratified by a surgeon is displayed in table 3. A Chi-square test demonstrated that there was no significant dependence of post-operative VPI between surgeons ($p < 0.05$). None of the patients reported data suggestive of sleep-disordered breathing 2 months following PF surgery.

Discussion

Previous reports demonstrated that performing PF surgery according to findings of VNP and VF provides

the best data for planning surgery for VPI^{1,6-8,14}. Furthermore, customizing PFs according to imaging findings yields a success rate of over 90%^{11,14,17}.

The present report of preliminary results of performing VF as an outpatient, and performing VNP in the OR, suggests that this is a safe and reliable protocol for planning and performing PF surgery in children below 10 years of age. The success rate following this protocol (91.5%) is not significantly different as compared to the best success rates previously reported in the literature (81-97%)^{14,17}.

VF has been reported as well tolerated in children below 10 years of age. The compliance for this procedure including adequate repetition of a standardized speech sample is 100%¹². The controversy concerning the use of radiation seems to have been resolved when adequate standardized protocols are being followed, reducing the total radiation dosage to non-risk values^{12,16}.

VNP is not always tolerated well in children below 10 years of age²¹. The procedure is uncomfortable despite the use of a nasal vasoconstrictor and topical anesthetic. All the patients including those in the study group for this preliminary report were able to repeat the speech sample in the OR under light sedation. In addition, a post-operative interview demonstrated that none of the patients remembered the procedure.

There are reports describing the use of magnetic resonance imaging (MRI) as an imaging procedure for analyzing the velopharyngeal sphincter in cases of VPI. MRI offers the advantage of not using radiation. Furthermore, MRI has a higher rate of patient compliance as compared to VNP. However, currently, there are multiple challenges associated with the clinical use of MRI for the assessment of the velopharyngeal sphincter. It can take significant time to implement standardized protocols, streamline the MRI ordering process, and secure scanner time. Only sustained phonation is elicited during the MRI, consequently, repetition of an adequate phonetically standardized speech sample cannot be used. In addition, a sustained phonation which is usually a sustained/e/phonation, does not accurately reflect velopharyngeal function during speech. Further research is needed before MRI can become the diagnostic tool of choice for assessing velopharyngeal function in cases of VPI²¹. Planning the surgical procedure and customizing the surgical technique to each individual imaging finding is the optimal approach for correcting VPI.

Four different surgeons with slightly different surgical techniques for performing PF participated in this study. Despite these differences, there was a non-significant

dependence of the post-operative success rate between surgeons and techniques.

In the five patients who persisted with signs of VPI postoperatively, the most common findings were inferior migration of the flap, shrinking, lateral dehiscence, or total detachment. Only one case demonstrated total detachment of the flap. This patient presented with a severe viral infection of the upper respiratory tract 24 h postoperatively. The patient had to stay in the hospital for 10 more days with IV fluids and respiratory therapy. The patient presented with intense coughing fits during the hospital stay. Besides, the total detachment of the flap and a small dehiscence of the repaired palatal split was also detected. Inferior migration or shrinking of the flap can occur by technical error, but these post-operative complications can be secondary to the healing process of the donor area.

There are limitations to this study. First, this is a preliminary report as a minimal number of cases per speech sample calculation (70 cases) have not been reached yet. Because of the strict inclusion criteria, recruitment of patients for this protocol takes time. The project is still ongoing, and results will be available to be submitted soon.

Only patients operated on using a customized PF have been included in the study group. Other surgical techniques for correcting residual VPI were not studied including sphincter pharyngoplasty, secondary Furlow's "Z" palatoplasty, fat grafting, or synthetic filler injection. Although different options should be considered in each case, the most crucial factor is to select and perform the surgical technique according to a complete clinical history, and imaging findings as provided by VF and VNP^{17,22}.

Conclusion

From the preliminary results of this study it can be assumed that performing VF as OP, and VNP in the OR under light sedation are safe and reliable procedures for planning and performing pharyngeal flap surgery with optimal success rate.

VF and VNP provide complementary information for evaluating VPI and planning corrective PF. VF must be performed preoperatively as is well tolerated in the outpatient setting. On the other hand, VNP can be uncomfortable and is best performed under light sedation in the OR. VF allows the surgeon to measure the needed dimensions-size of the PF. VNP allows the surgeon to determine the optimal position of the flap in the posterior wall of the nasopharynx which can be

factored into the operative plan just before beginning the surgical procedure. The findings here suggest that these standardized protocols for measurement and placement of pharyngeal flaps obviate minor differences in surgical techniques, allowing for a high rate of success.

Funding

The authors declare that they have not received funding.

Conflicts of interest

The authors declare no conflicts of interest.

Ethical considerations

Protection of humans and animals. The authors declare that no experiments involving humans or animals were conducted for this research.

Confidentiality, informed consent, and ethical approval. The study does not involve patient personal data nor requires ethical approval. The SAGER guidelines do not apply.

Declaration on the use of artificial intelligence. The authors declare that no generative artificial intelligence was used in the writing of this manuscript.

References

1. Smetona JT, Naran S, Ford M, Losee JE. What's new in cleft palate and velopharyngeal dysfunction management: an update. *Plast Reconstr Surg.* 2024;154:378e-90.
2. Meier JD, Muntz HR. Velopharyngeal dysfunction evaluation and treatment. *Facial Plast Surg Clin North Am.* 2016;24:477-85.
3. Shprintzen RJ, Marrinan E. Velopharyngeal insufficiency: diagnosis and management. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg.* 2009;17:302-7.
4. Ysunza PA, Repetto GM, Pamplona MC, Calderon JF, Shaheen K, Chaiyasate K, et al. Current controversies in diagnosis and management of cleft palate and velopharyngeal insufficiency. *BioMed Res Int* 2015;2015:196240.
5. Nyberg J, Peterson P, Lohmander A. Speech outcomes at age 5 and 10 years in unilateral cleft lip and palate after one-stage palatal repair with minimal incision technique - a longitudinal perspective. *Intl J Pediatr Otolaryngol.* 2013;78:1662-70.
6. Shprintzen RJ, Lewin M, Croft CB, Daniller RV, Argamaso AG, Ship AG, et al. A comprehensive study of pharyngeal flap surgery: tailor made flaps. *Cleft Pal J.* 1979;16:46-55.
7. Ysunza A, Pamplona M, Ramirez E, Molina F, Mendoza M, Silva A. Velopharyngeal surgery: a prospective randomized study of pharyngeal flaps and sphincter pharyngoplasties. *Plast Reconstr Surg.* 2002;110:1401-7.
8. Baylis A, Perry J, Wilson K, Dailey S, Bedwinek A, Trost-Cardamone J, et al. Team management of velopharyngeal inadequacy: practical suggestions for speech-language pathologists and surgeons. *Perspect ASHA Spec Interest Groups.* 2019;4:85-6.
9. Glade RS, Deal R. Diagnosis and management of velopharyngeal dysfunction. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am.* 2016;28:181-8.
10. Hodgkins N, Hook C, McGee P, Hill C. A survey of assessment and management of velopharyngeal incompetence (VPI) in the UK and Ireland. *J Plast Reconstr Aesthet Surg.* 2016;68:485-91.
11. Ysunza PA, Chaiyasate K, Rontal M, Shaheen K, Bartholomew B. Comparison of three different surgical techniques for designing pharyngeal flaps according to findings of videonasopharyngoscopy and multiplanar videofluoroscopy. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2019;120:123-9.
12. Ysunza PA, Bloom D, Chaiyasate K, Rontal M, VanHulle R, Shaheen K, et al. Velopharyngeal videofluoroscopy: providing useful clinical information in the era of reduced dose radiation and safety. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2016;89:127-32.
13. Ysunza A, Pamplona MC, Ortega JM, Prado H. Video fluoroscopy for evaluating adenoid hypertrophy in children. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2008;72:1159-65.
14. Baek RM, Kim JY, Kwon H, Taeseon A, Kim BK, Myung Y. Precision pharyngeal flap: an individualized, patient-specific surgery for the treatment of velopharyngeal insufficiency. *J Craniofac Surg.* 2022;33:684-8.
15. Shprintzen RJ, Ysunza PA. Recording of endoscopy and fluoroscopy of the vocal tract with sound (or its absence): a disappointment. *J Audiol Otoloneurol Phoniatr.* 2020;2:1-3.
16. Frush D. Radiation risks to children from medical imaging. *Rev Med Clin Condes.* 2012;24:15-20.
17. Boudiab EM, Peshel EC, Ibrahim Y, Gupta R, Chaiyasate K, Shaheen K, et al. Treatment of VPI with customized pharyngeal flaps: one size does not fit all. *Plast Reconstr Surg Glob Open.* 2022;10:e4255.
18. Ysunza PA, Rontal M. The surgical treatment of velopharyngeal insufficiency (VPI) in patients with velo cardio facial syndrome (VCFS). *A Med ABC.* 2023;68:138-45.
19. De Stadler M, Hersh C. Nasometry, videofluoroscopy, and the speech pathologist's evaluation and treatment. *Adv Otorhinolaryngol.* 2015;76:7-17.
20. Henningsson G, Kuehn D, Sell D, Sweeney T, Trost-Cardamone JE, Whitehill T, et al. Universal parameters for reporting speech outcomes in individuals with cleft palate. *Cleft Palate Craniofac J.* 2008;45:1-17.
21. Williams JL, Perry JL, Snodgrass TD, Singh DJ, Temkit M, Sitzman TJ. Can MRI replace nasopharyngoscopy in the evaluation of velopharyngeal insufficiency? *Cleft Palate Craniofac J.* 2024;10556656241239459. Available from: <https://doi.org/10.1177/10556656241239459>
22. MacIsaac MF, Wright JM, Vieux J, Rottgers SA, Halsey JN. Demystifying velopharyngeal dysfunction for plastic surgery trainees Part 3: objective assessment and surgical decision-making. *J Craniofac Surg.* 2024;Sep 12. (Internet) Available from: https://journals.lww.com/jcraniofacialsurgery/abstract/9900/demystifying_velopharyngeal_dysfunction_for.1915.aspx

Experiencia en el manejo quirúrgico de la perforación esofágica

Surgical management experience of esophageal perforation

Iran Moreno-Martínez¹, José M.C. Segura-González¹, Ángel A. García-León¹,
Álvaro J. Montiel-Jarquín^{2*}, José A. Parra-Salazar³, Angélica Porras-Juárez²,
Arturo García-Galicia², Nancy R. Bertado-Ramírez² y Roberto Ramírez-Serrano²

¹Departamento de Cirugía General; ²Dirección de Educación e Investigación en Salud; ³Dirección General. Hospital de Especialidades de Puebla, Instituto Mexicano del Seguro Social, Puebla, Puebla, México

Resumen

Antecedentes: La perforación esofágica tiene una elevada tasa de mortalidad. La cirugía ocupa el lugar número uno en su manejo, pero no se han estandarizado guías para la toma de decisiones en cuanto a qué tratamiento elegir. **Objetivo:** Conocer la experiencia en el manejo de la perforación esofágica en un hospital de tercer nivel de atención. **Material y métodos:** Estudio descriptivo de pacientes con diagnóstico de perforación esofágica en nuestro hospital desde enero de 2021 hasta marzo de 2024. Se evaluó la eficacia del manejo de acuerdo con el porcentaje de complicaciones, reintervenciones y mortalidad. **Resultados:** Se incluyeron 15 pacientes, de los cuales 8 fueron hombres (53.3%) y 7 mujeres (46.7%). La causa principal fueron los procedimientos quirúrgicos (60%). Doce pacientes (80%) fueron sometidos a cirugía. La técnica quirúrgica más empleada fue el cierre primario reforzado con funduplicatura (41.66%). La contingencia entre el tratamiento y las defunciones obtuvo un valor $p = 0.33$, y entre el tiempo de diagnóstico y las defunciones $p = 0.09$. **Conclusiones:** El retraso en el diagnóstico influye directamente en la supervivencia. El manejo se debe individualizar. Tanto el tratamiento quirúrgico como el conservador han demostrado ser eficaces, pero son necesarios más estudios para establecer guías para la toma de decisiones.

Palabras clave: Perforación esofágica. Cierre primario. Esófago. Tratamiento.

Abstract

Background: Esophageal perforation has a high mortality rate. Surgery ranks number one in its management, but there are no standardized guidelines for decision making as to which treatment to choose. **Objective:** To know the experience in the management of esophageal perforation in a tertiary care hospital. **Material and methods:** Descriptive study of patients diagnosed with esophageal perforation in our hospital from January 2021 to March 2024. The efficacy of management was evaluated according to the percentage of complications, reinterventions and mortality. **Results:** 15 patients were studied, 8 (53.3%) males and 7 (46.7%) females. The main etiology was surgical procedures (60%). Twelve patients (80%) underwent operative intervention. The primary repair reinforced with a fundoplication being the most common surgical technique (41.66%). The relation between the type of management and mortality resulted in a $p = 0.33$, and between the time of diagnosis and mortality gave a result of $p = 0.09$. **Conclusions:** The delayed diagnosis has a direct influence on the survival rate. The treatment must be adjusted to each case. Both surgery and non-operative management offer good results, but more studies are required to establish guidelines for decision-making.

Keywords: Esophageal perforation. Primary repair. Esophagus. Treatment.

*Correspondencia:

Álvaro J. Montiel-Jarquín
E-mail: dralmoja@hotmail.com

Fecha de recepción: 28-01-2025
Fecha de aceptación: 05-02-2025
DOI: 10.24875/AMH.M25000098

Disponible en internet: 04-04-2025
An Med ABC. 2025;70(1):7-12
www.analesmedicosabc.com

0185-3252 / © 2025 Asociación Médica del Centro Médico ABC. Publicado por Permanyer. Este es un artículo open access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introducción

La compleja fisiopatología de una perforación intestinal, combinada con la anatomía dinámica del esófago, es la razón por la que hasta el momento no existen lineamientos estandarizados para su manejo¹⁻³. La ubicación, el medio de fijación y la histología del esófago lo convierten en un reto para los médicos; dichas características son imprescindibles para sospechar su ruptura en los contextos de trauma y cirugías que involucren su manipulación.

Los principios más importantes del tratamiento primario e inmediato de una perforación esofágica incluyen el diagnóstico rápido, la estabilización del paciente y la evaluación del tratamiento quirúrgico o conservador⁴. Una vez realizado el diagnóstico, se debe elegir al paciente correcto para el tratamiento correcto. La colocación de clips endoscópicos, los *stents* y el sistema VAC han sido motivo de estudio para establecer alternativas al tratamiento quirúrgico. El uso de *stents* autoexpandibles para el tratamiento de fugas esofágicas (espontáneas, iatrogénicas y posoperatorias) dio como resultado un 88% de éxito y un 7.5% de tasa de mortalidad; estos resultados se compararon favorablemente con los resultados de la cirugía: 83% de éxito y 17% de mortalidad hospitalaria⁵⁻⁷.

Es difícil comparar los resultados entre el manejo médico, las terapias endoscópicas y los diversos enfoques quirúrgicos para la perforación esofágica, pues el sitio y la extensión de la lesión, el grado de contaminación, la comorbilidad, el momento del diagnóstico y la disponibilidad de experiencia tanto quirúrgica como endoscópica son factores que determinan la supervivencia del paciente. Para normar una conducta es primordial el análisis de las técnicas que existen y su eficacia. El objetivo de este trabajo fue conocer la experiencia en el manejo quirúrgico de la perforación esofágica en un hospital de tercer nivel de atención médica.

Material y métodos

Se realizó un estudio descriptivo cuyo universo fueron los pacientes con diagnóstico de perforación esofágica en el periodo de enero de 2021 a marzo de 2024. La información fue recabada de los expedientes físicos solicitados al departamento de archivo, y también se recurrió a los programas de la plataforma de hospitalización del ecosistema digital en salud (PHEDS) y el de expediente clínico electrónico (ECE). El tipo de muestra se obtuvo por conveniencia y su tamaño fue

determinado por la cantidad de pacientes que cumplirían los siguientes criterios de inclusión: ser derechohabiente vigente, cumplir con el diagnóstico comentado, tener de 18 a 85 años cumplidos y haber sido sometidos a cirugía o manejo conservador. Como criterios de exclusión se consideraron: pacientes con enfermedad oncológica del tracto digestivo, defunciones durante el transoperatorio y defunciones por complicaciones ajenas al diagnóstico principal. Los criterios de eliminación fueron: pacientes con expediente físico o electrónico incompleto y aquellos que perdieron la derechohabencia.

Se utilizó estadística descriptiva, como medidas de tendencia central y dispersión para variables ordinales, y frecuencias y porcentajes para variables nominales. Se consideró estadísticamente significativo un valor de $p = 0.01$. Las variables estudiadas fueron la edad, el sexo, la comorbilidad, la etiología (procedimientos endoscópicos, técnicos y quirúrgicos), la localización (esófago cervical, torácico y abdominal), el tipo de diagnóstico (advertido, por clínica y con estudios auxiliares), el tipo de manejo (quirúrgico o médico), el tipo de procedimiento quirúrgico realizado (cierre primario convencional o cierre primario reforzado), las reintervenciones y la mortalidad.

Los aspectos éticos incluidos en materia de investigación fueron respetados y acatados para el presente trabajo.

Resultados

Quince pacientes fueron diagnosticados de perforación esofágica, de los cuales 8 (53.3%) eran hombres y 7 (46.7%) eran mujeres. La media de edad fue de 50 años, con una desviación estándar de 24.1 y un rango de 20 a 87. El antecedente de enfermedad esofágica, como enfermedad por reflujo gastroesofágico o acalasia, se encontró en 6 (40%) pacientes.

La etiología fue en 9 (60%) casos por procedimientos quirúrgicos, en 2 (13.3%) por procedimientos técnicos, en 2 (13.3%) por ingesta de cáusticos, en 1 (6.7%) por procedimientos endoscópicos y en 1 (6.7%) por cuerpo extraño. Se encontró que el segmento abdominal fue el afectado en 9 (60%) pacientes.

El diagnóstico se realizó en un tiempo mayor a 24 horas en 7 (46.66%) pacientes y menor a 24 horas en 8 (53.3%). De los pacientes que se diagnosticaron en un tiempo mayor a 24 horas ($n = 8$), 4 (50%) presentaron estado de choque. En el resto de los pacientes ($n = 10$) se identificó la perforación mediante la clínica ($n = 4$), la combinación de dos estudios de imagen (serie esofagogastroduodenal y tomografía computarizada,

Tabla 1. Complicaciones agudas que presentaron los pacientes por tiempo de diagnóstico

Tiempo de diagnóstico	Ninguna	Fuga	Sepsis	Choque	Total	
< 24 h	4	0	2	1	7	p = 0.093 (3 ²)
> 24 h	2	2	0	4	8	
Total	6	2	2	5	15	

Tabla 2. Tipos de tratamiento para la perforación esofágica realizados a los pacientes

Tratamiento	n	%
Médico		
Yeyunostomía + nutrición parenteral	2	13.3
Colocación de <i>stent</i>	1	6.7
Total	3	20
Quirúrgico		
Cierre primario + desfuncionalización esofágica	2	13.3
Cierre primario + funduplicatura	5	33.3
Cierre primario + parche epiplón + desfuncionalización	1	6.7
Cierre primario	3	20
Esofagectomía + desfuncionalización	1	6.7
Total	12	80
Total	15	100

n = 3), la serie esofagogastroduodenal (n = 1) y la tomografía computarizada (n = 2).

La contingencia entre el tiempo de diagnóstico y el desarrollo de complicaciones agudas se muestra en la [tabla 1](#).

Doce (80%) de los pacientes fueron sometidos a cirugía y el resto (n = 3, 20%) a tratamiento conservador; los detalles se muestran en la [tabla 2](#).

En cuanto al tipo de tratamiento realizado a los pacientes, las complicaciones agudas se muestran en la [tabla 3](#) y las complicaciones crónicas en la [tabla 4](#). No hubo diferencias significativas entre el tipo de tratamiento y las complicaciones agudas y crónicas ($p \geq 0.05$, χ^2).

Del total de los pacientes, 3 (20%) fueron reintervenidos al menos dos veces. Hubo 6 defunciones, de las cuales 2 (33.3%) fueron en hombres y 4 (66.6%) en mujeres. En 4 (66.6%) defunciones, la etiología de la perforación esofágica fue por procedimiento quirúrgico, y en 2 (33.3%) por procedimientos técnicos e ingesta de cáusticos.

De los pacientes que tuvieron un diagnóstico tardío, tras más de 24 horas (n = 8), 4 (50%) fallecieron, y de los que tuvieron un diagnóstico temprano (n = 7)

fallecieron 2 (28.57%), sin diferencia estadísticamente significativa entre el tiempo de diagnóstico y la defunción ($p = 0.39$, χ^2).

En cuanto a las defunciones según el tipo de tratamiento realizado a los pacientes, no se encontró diferencia estadísticamente significativa ($p = 0.33$, χ^2) ([Tabla 5](#)).

El tiempo de defunción transcurrido desde el tratamiento se muestra en la [figura 1](#).

Discusión

La perforación esofágica es una patología rara que se considera un desafío clínico, pues constituye una emergencia médico-quirúrgica que obliga a la toma de decisiones inmediata para instituir un tratamiento temprano.

En esta investigación de 15 pacientes se encontró que es más frecuente en los hombres (56.3%) que en las mujeres, lo cual concuerda con un estudio realizado por García-Moreno et al.⁸ en el que presentan la experiencia del manejo de esta patología durante 19 años en el Hospital General Universitario de Castellón, España, y reportan que, de 15 pacientes, los más afectados fueron los hombres, con una edad media de 65 años. En su estudio encontraron una edad media de presentación menor, en la quinta década de la vida, probablemente debido a que la población incluida en su investigación era económicamente activa⁸.

La causa más frecuente (60%) de perforación esofágica en nuestro hospital fueron los procedimientos quirúrgicos, principalmente como complicación de cirugías para el tratamiento de la acalasia (cardiomiotomía de Heller en un 20%) y para el reflujo gastroesofágico (plastia de hiato con funduplicatura en un 20%), lo cual coincide con que el segmento más involucrado fue el abdominal. En estudios realizados en México y en los Estados Unidos de América^{9,10} se reportan datos similares, pero en las literaturas europea y asiática se señalan las dilataciones endoscópicas y la colangiopancreatografía retrógrada endoscópica como las causas principales^{8,11}, considerando que en dichos

Tabla 3. Complicaciones agudas presentadas por tipo de tratamiento realizado

Tipo de tratamiento	No.	Fuga	Sepsis	Choque	
Yeyunostomía + nutrición parenteral total	1	0	1	0	p = 0.51 (2)
Colocación de <i>stent</i>	0	1	0	0	
Cierre primario + desfuncionalización esofágica	1	0	0	1	
Cierre primario + funduplicatura	3	1	0	1	
Cierre primario + parche epiplón + desfuncionalización	0	0	0	1	
Cierre primario	1	0	1	1	
Esofagectomía + desfuncionalización	0	0	0	1	
Total	6	2	2	5	

Tabla 4. Complicaciones crónicas de acuerdo con el tipo de tratamiento utilizado

Tipo de tratamiento	No.	Fistula esofágica	Estenosis	Total	
Yeyunostomía + nutrición parenteral total	1	0	1	2	p = 0.098 (8 ²)
Colocación de <i>stent</i>	0	1	0	1	
Cierre primario + desfuncionalización	2	0	0	2	
Cierre primario + funduplicatura	4	0	1	5	
Cierre primario + parche epiplón + desfuncionalización	1	0	0	1	
Cierre primario	3	0	0	3	
Esofagectomía + desfuncionalización	1	0	0	1	
Total	12	1	2	15	

Tabla 5. Defunciones según el tipo de tratamiento utilizado

Tipo de tratamiento	Defunción		Total	
	No.	Sí		
Yeyunostomía + nutrición parenteral total	2	0	2	p = 0.33 (2)
Colocación de <i>stent</i>	1	0	1	
Cierre primario + desfuncionalización	1	1	2	
Cierre primario + funduplicatura	4	1	5	
Cierre primario + parche epiplón + desfuncionalización	0	1	1	
Cierre primario	1	2	3	
Esofagectomía + desfuncionalización	0	1	1	
Total	9	6	15	

lugares la accesibilidad a estos tipos de estudios es parte de la práctica médica diaria.

A pesar de estos resultados, cualquier procedimiento o contexto que involucre el esófago debe ser motivo para pensar en una probable lesión de dicho órgano, ya que la iatrogenia médica involucra el 60% de las causas, según comentan Chirica et al.¹² en las guías de la World Society of Emergency Surgery (WSES).

En este estudio, de los 9 pacientes cuya etiología fue un procedimiento quirúrgico, solo en 3 se detectó la perforación esofágica en el transoperatorio; en el resto se

solicitó una serie esofagogastroduodenal posoperatoria, que dio un alto porcentaje de falsos negativos (66.6%).

El tiempo para otorgar un manejo apropiado es primordial para el pronóstico óptimo de los pacientes^{4,6}. Su retraso es el determinante número uno de la mortalidad^{2,13}, ya que existen artículos en los que se documenta la duplicación del porcentaje de esta con un retraso de más de 24 horas¹². En un estudio retrospectivo realizado por Deng et al.¹⁴, de 2 pacientes cuyo diagnóstico se demoró más de 24 horas ninguno falleció; sin embargo, encontraron una diferencia estadísticamente significativa

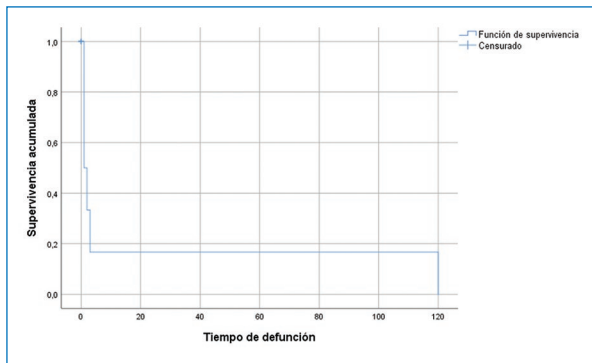


Figura 1. Función de supervivencia que muestra el tiempo desde el inicio del tratamiento hasta el momento de la defunción.

entre la morbilidad y la presencia de infección torácica (75.00% vs. 7.14%; $p = 0.002$). Por su parte, García-Moreno et al.⁸ reportan una supervivencia del 100% en los pacientes cuyo diagnóstico fue temprano (60%).

Tras la identificación de la perforación esofágica se documentó que en el 20% de los pacientes se tomaron medidas conservadoras, siendo el principal tratamiento de estos la colocación de una sonda de yeyunostomía con nutrición enteral, aunado a los demás cuidados de pacientes críticos. Gray et al.⁵, en un periodo de 10 años, concluyen en la seguridad y la eficacia de los tratamientos conservadores endoscópicos, como los *stents* que se utilizaron en el 48.3% de los pacientes, por el hecho principal de contar con menos días de estancia hospitalaria; en su estudio, todos los pacientes que recibieron dicho tratamiento sobrevivieron. No obstante, existen reportes en los que no se encuentra diferencia significativa en cuanto a la supervivencia según el tipo de tratamiento. La decisión del cirujano se basó meramente en su experiencia y análisis de cada caso.

La sutura que más se utilizó fue Vicryl 3-0 (Novosyn® poliglactina 910), y se llevó a cabo más comúnmente el cierre en un solo plano; los tipos de puntos utilizados fueron sutura continua y puntos separados (simples o en "U"). Si bien no hay un consenso para el tipo de material de sutura, la literatura tampoco especifica uno en particular; sin embargo, el hecho de realizar el cierre en dos planos se menciona en diversos estudios¹⁵.

Del total de los pacientes sometidos a tratamiento quirúrgico, el 50% cursaron con cierre primario, y en estos se evidenciaron complicaciones en las primeras 72 horas en el 66.6%. De acuerdo con estos resultados, se puede concordar con las referencias de este

estudio en que el tratamiento continúa exigiendo una individualización para cada caso.

La mortalidad global fue del 40%. Como se comentaba anteriormente, el diagnóstico oportuno es determinante para la evolución del paciente; en este estudio se identificó que fallecieron el 50% de los pacientes en quienes se retardó la identificación de la perforación durante más de 24 horas.

Hernández et al.⁹ concluyeron en su investigación que el tiempo de atención es crucial para el desenlace de este tipo de patologías. Se confirmó que la atención médica que se realiza después de 24 horas incrementa la mortalidad, y que esta es mayor cuando la perforación se encuentra en el esófago torácico. El determinante principal de la supervivencia mencionado en las guías WSES es el tiempo de diagnóstico, lo cual concuerda con esta investigación.

Conclusiones

La perforación esofágica es una patología en la cual se tiene que individualizar el manejo por las diversas variables que pueden presentarse en el caso. Tanto el tratamiento conservador como el quirúrgico son útiles, siempre y cuando se identifiquen los candidatos adecuados para cada uno.

Financiamiento

Los autores declaran no haber recibido financiamiento para este estudio.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Consideraciones éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad, consentimiento informado y aprobación ética. El estudio no involucra datos personales de pacientes ni requiere aprobación ética. No se aplican las guías SAGER.

Declaración sobre el uso de inteligencia artificial. Los autores declaran que no utilizaron ningún tipo de inteligencia artificial generativa para la redacción de este manuscrito.

Bibliografía

1. Kato T, Kazama Y, Matsuura S, Nagaoka S. Surgical treatment of esophageal perforation after stereotactic body radiotherapy: a report of two cases. *Int J Surg Case Rep.* 2023;102:108853.
2. Yan XL, Jing L, Guo LJ, Huo YK, Zhang YC, Yan XW, et al. Surgical management of Boerhaave's syndrome with early and delayed diagnosis in adults: a retrospective study of 88 patients. *Rev Esp Enferm Dig.* 2020; 112:669-74.
3. Arteaga-González I, Martín-Malagón A, Martín Pérez J, Carrillo-Pallarés A. Usefulness of clinical signs and diagnostic tests for suspected leaks in bariatric surgery. *Obes Surg.* 2015;25:1680-4.
4. Raymond DP. Surgical management of esophageal perforation. UpToDate. 2022 Mar 10. Disponible en: <https://www.uptodate.com/contents/esophageal-perforation>.
5. Gray KE, Sarode A, Jiang B, Alvarado CE, Sinopoli J, Linden PA, et al. Surgical repair vs stent for esophageal perforation: a multi-institutional database analysis. *Ann Thorac Surg.* 2023;115:1378-84.
6. Axtell AL, Gaissert HA, Morse CR, Premkumar A, Schumacher L, Muniappan A, et al. Management and outcomes of esophageal perforation. *Dis Esophagus.* 2022;35:doab059.
7. Khaitan PG, Famigletti A, Watson TJ. The etiology, diagnosis, and management of esophageal perforation. *J Gastrointest Surg.* 2022;26:2606-15.
8. García-Moreno V, Maiocchi K, Gómez-Quiles L. Treatment of esophageal perforation: a review of our experience at a tertiary referral hospital spanning the past 19 years. *Rev Gastroenterol Mex.* 2022;87:403-4.
9. Hernández-Ortiz JR, Leonher-Ruezga KL, Ramírez-González LR, Jiménez-Gómez JA, Moran-Galaviz RE, Huerta-Orozco LD. Perforación esofágica en un centro de concentración. Doce años de experiencia. *Rev Lat Cir.* 2014;4(1):26-31.
10. Kassem MM, Wallen JM. Esophageal perforation and tears. StatPearls Publishing LLC.; 2024. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30335331/>.
11. Markar SR, Mackenzie H, Wiggins T, Askari A, Faiz O, Zaninotto G, et al. Management and outcomes of esophageal perforation: a national study of 2,564 patients in England. *Am J Gastroenterol.* 2015;110:1559-66.
12. Chirica M, Kelly MD, Siboni S, Aiolfi A, Riva CG, Asti E, et al. Esophageal emergencies: WSES guidelines. *World J Emerg Surg.* 2019;14:26.
13. Sancheti MS, Fernandez FG. Surgical management of esophageal perforation. *Oper Tech Thorac Cardiovasc Surg.* 2015;20:234-50.
14. Deng Y, Hou L, Qin D, Huang T, Yuan T. Current treatment and outcome of esophageal perforation: a single-center experience and a pooled analysis. *Medicine (Baltimore).* 2021;100:e25600.
15. Sulpice L, Rayar M, Laviolle B, Cunin D, Merdrignac A, Boudjema K, et al. Surgical treatment of esophageal perforations: the importance of a primary repair. *Surgery Today.* 2013;43:727-31.

Development of an evidence-based hybrid model in the primary care

Desarrollo de un modelo híbrido basado en evidencia en la atención primaria

José A. Jácome-Mondragón¹, Vanessa Mota-Sanhua^{1,2*}, José A. Rojas-Jiménez¹,
Diana H. Martínez-Castañeda¹, and Blanca M. Velázquez-Hernández¹

¹Inclusive Health Clinics and Education, Centro Médico ABC, Mexico City; ²Faculty of Health Sciences, Universidad Anáhuac Norte, State of Mexico. Mexico

Abstract

Background: The hybrid care model (HCM) is a means to facilitate education and healthcare delivery both in-person and telehealth. It aims to reduce unscheduled appointments, emergency room visits, and hospitalizations. There is limited information on the impact of HCM s in the country. **Objective:** The study aims to develop an evidence-based HCM to assess cardiometabolic control, decrease unscheduled appointments, emergency room visits, and hospitalizations during the severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) pandemic in patients with non-communicable chronic diseases in the primary care. **Material and methods:** This paper presents the development of an evidence-based HCM as the frame of reference of a cohort observational registry study with a 48-month follow-up in the primary care clinics of Centro Médico ABC. **Results:** From April 01, 2021, to April 01, 2023, the registry recruited 1,412 outpatient clinic patients, aged 18 and above, both sexes, with non-communicable chronic diseases, such as overweight, obesity, pre-diabetes, diabetes type 1 and 2, and hypertension. The HCM consists of three elements: (1) Telehealth consultations, (2) in-person consultations, and (3) health education. **Conclusions:** This article provides the framework for future studies and analysis of the results of an evidence-based HCM in Mexican patients with non-communicable chronic diseases. The model's approach aims to evaluate cardiometabolic control, as well as to estimate the prevalence of acute events such as unscheduled appointments, emergency room visits, and hospitalizations during the SARS-CoV-2 pandemic.

Keywords: Chronic disease. Telehealth. Cardiometabolic risk factors. Emergencies. Hospitalizations.

Resumen

Antecedentes: El Modelo de Atención Híbrida (MAH) es un medio para facilitar la educación y la prestación de atención médica tanto en persona como a través de telesalud. Su objetivo es reducir las citas no programadas, las visitas a la sala de emergencias y las hospitalizaciones. Existe información limitada sobre el impacto de los modelos de atención híbrida en el país. **Objetivo:** El estudio tiene como objetivo desarrollar un MAH basado en evidencia para evaluar el control cardiometabólico, disminuir las citas no programadas, las visitas a la sala de emergencias y las hospitalizaciones durante la pandemia de SARS-CoV-2 en pacientes con enfermedades crónicas no transmisibles con atención primaria a la salud. **Material y métodos:** Este documento presenta el desarrollo de un MAH basado en evidencia como marco de referencia de un estudio de registro observacional de cohorte con un seguimiento de 48 meses en las clínicas de atención primaria del Centro Médico ABC. **Resultados:** Del 1 de abril de 2021 al 1 de abril de 2023, el registro reclutó a 1,412 pacientes

*Correspondence:

Vanessa Mota-Sanhua
E-mail: vmotas@abchospital.com

Date of reception: 28-01-2025

Date of acceptance: 10-02-2025

DOI: 10.24875/AMH.M25000105

Available online: 04-04-2025

An Med ABC. 2025;70(1):13-19

www.analesmedicosabc.com

0185-3252 / © 2025 Asociación Médica del Centro Médico ABC. Published by Permanyer. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

ambulatorios, de 18 años o más, de ambos sexos, con enfermedades crónicas no transmisibles como sobrepeso, obesidad, prediabetes, diabetes tipo 1 y 2 e hipertensión. El Modelo de Atención Híbrida consta de tres elementos: (1) consultas de telesalud, (2) consultas en persona y (3) educación para la salud. **Conclusiones:** Este artículo proporciona el marco para futuros estudios y análisis de resultados de un MAH basado en evidencia en pacientes mexicanos con enfermedades crónicas no transmisibles. El enfoque del modelo tiene como objetivo evaluar el control cardiometabólico, así como estimar la prevalencia de eventos agudos como citas no programadas, visitas a la sala de emergencias y hospitalizaciones durante la pandemia de SARS-CoV-2.

Palabras clave: Enfermedad crónica. Consulta remota. Factores de riesgo cardiometabólicos. Emergencias. Hospitalización.

Introduction

In Latin American countries, it is common to have community clinics at the primary care level. Community clinics during the severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) pandemic provided primary health care to ensure proper follow-up for the comorbidities of the patients. Primary health care was delivered through a hybrid care model (HCM) consisting of in-person and telehealth services to meet the clinical needs of the patients. The HCM was relevant during the SARS-CoV-2 pandemic and will continue to be so in the future¹.

The HCM combines in-person and telehealth services to provide a flexible and comprehensive approach. In-person appointments are reserved for physical exams, complex diagnoses, and procedures that require being present. In-person consultations remain essential for physical evaluations and procedures that require physical presence. This optimizes time and resources while ensuring comprehensive and adequate care for each patient. Telehealth is used for situations that do not require physical presence, such as follow-ups, medical advice, and initial discussions^{2,3}. Telehealth is a means to provide health services, utilizing communication technologies for information exchange in diagnosis, treatment, disease prevention, and health education⁴. Telehealth has become increasingly relevant for non-urgent or follow-up consultations.

Within the framework of the SARS-CoV-2 pandemic, a HCM was developed at the Brimex and Amistad Clinics of Centro Médico ABC (CMABC). CMABC is a non-profit organization with a tradition of service spanning over 35 years. The Brimex and Amistad Clinics serve over 4,000 socioeconomically vulnerable patients residing in the surrounding areas of the hospital. These clinics provide multidisciplinary care with support from laboratory studies, imaging services, and hospitalization facilities. During the pandemic and its lockdown measures, one of the clinics' concerns was the potential exacerbation of chronic conditions among patients,

leading to increased unscheduled appointments, emergency room visits, and hospitalizations. To address this issue and prevent both patients and the institution from incurring higher costs, the implementation of a HCM was proposed.

Research studies involving patients with non-communicable chronic diseases have shown that a HCM provides more patients with access to healthcare and mitigates the risk of disparities in healthcare access⁵. Utilizing telehealth has been and continues to be an alternative to address differences in access. Active patient participation in HCM can help reduce the inequality gap⁶.

This research work presents the development of an evidence-based HCM as the frame of reference of a prospective cohort observational registry study with a 48-month follow-up of patients with non-communicable chronic diseases at the Brimex and Amistad CMABC. This communication provides the framework for future publications to evaluate cardiometabolic control, unscheduled appointments, emergency room visits, and hospitalizations during the SARS-CoV-2 pandemic in patients receiving health services in an HCM.

Material and methods

The HCM was a 48-month prospective cohort observational registry study. The study was submitted to the Ethics and Research Committees of Centro Médico ABC with approval numbers ABC-10-27 and ABC-19-34. All patients received and signed informed consent forms in accordance with Mexican regulations⁷. The generated documentation was securely stored electronically and, in the institution's clinical archive following legal guidelines for personal data protection⁸.

The HCM was carried out by the multidisciplinary team at the Brimex and Amistad Primary Care CMABC, comprising six general practitioners, four specialist physicians (internal medicine, geriatrics, cardiology, endocrinology), one psychologist, two nutritionists, three dentists, five nurses, one pharmacist, and

professionals from the following specialties: Social work, administrative, and information technology. In addition to the previously mentioned fields, undergraduate students in medical, psychology, nutrition, dentistry, and nursing programs also participate in social service activities.

Patient selection process

Patient enrollment included the entire affiliated population of the clinics. The universe was represented by 1,412 patients. Patient selection occurred consecutively from April 01, 2021, to April 01, 2023. Eligible patients were aged 18 and above, of both sexes, affiliated with Brimex and Amistad Primary Care CMABC, residing within the geographic radius of the Clinics; with socio-economic vulnerability according to the classification criteria of the Official Gazette of the Federation⁹; possessing a smartphone and/or computer; access to WIFI, and in the case of older adults or those with disabilities (difficulty in mobility, vision, or hearing), having a primary caregiver; having one or more non-communicable chronic diseases, diagnosed according to national and international medical regulations and guidelines¹⁰⁻¹⁴. The prevalence of non-communicable chronic diseases in the patient population of the clinics for overweight and obesity is 87%, pre-diabetes 32.6%, Type 1 and 2 diabetes 29.7%, and, hypertension 33%.

Patients participating in other research protocols were excluded. Those with 20% or more absenteeism from the HCM were also eliminated.

Process of the HCM intervention

The implementation of the HCM began during the SARS-CoV-2 pandemic period and continues to the present day to complete the 48-month follow-up, with the allocated budget for patient care by Centro Médico ABC and from volunteers and collaborations of Centro Médico ABC.

Once patients agreed to participate in the HCM, they were provided with a scheduling card for appointments, a kit containing monitoring equipment: ACCU-CHEK Instant[®] glucometer, Omron[®] blood pressure monitor, Inhala Care FS10/FS20[®] oximeter, Andromeda INC[®] Digital Body Scale, Ross measuring tape, and a monitoring record notebook. The multidisciplinary team trained patients on the proper use of the equipment and monitoring recording.

The HCM consists of three elements: (1) Telehealth consultations, (2) in-person consultations, and (3) health education (Fig. 1).

1. Telehealth consultations: these involve telephone calls at a pre-established time in real-time for the follow-up of patients with stable chronic diseases. Diagnostic auxiliary results were reviewed. The healthcare professional recorded the information in the Sherpa electronic medical record. Telehealth consultations were standardized with the following key points (Table 1). Patients were trained in communication device management and the use of platforms for telehealth connection such as WhatsApp[®], Google Meet[®], Zoom[®], and Moodle[®]. Tecnológico de Monterrey collaborated in the development and support of the electronic medical record in the Sherpa[®] platform and in training clinicians and administrators for its use¹⁵.

The frequency of the medicine and nutrition telehealth consultations is 8/person/year; psychology and dentistry 1/person/year; and pharmacy as necessary when referred by the physician.

2. In-person consultations in medicine, nutrition, dentistry, psychology, pharmacy, and nursing were conducted following institutional operational norms for medical care consulting rooms and standards of care regulated by national entities such as the Ministry of Health¹⁶ and international bodies, such as the Joint Commission International, ensuring quality, safety, and warmth in care provision.

- Medicine: anamnesis and physical examination were performed, along with a review of diagnostic auxiliary studies and therapeutic prescription. Therapeutic goals were established jointly with the patient. The frequency of the medicine in-person consultations is 4/person/year.

- Psychology: consultation was provided as necessary when referred by the physician upon detecting patients with altered scores in BECK inventories for anxiety¹⁷ and depression¹⁸. It consisted of 10 individual sessions in-person or remotely based on the patient's mobility capabilities.

- Nutrition: an interview was conducted to complete the nutritional medical history and perform anthropometric, biochemical, clinical, dietary, and functional evaluations. A nutritional treatment plan and supplementation were established according to the patient's medical-nutritional requirements and diagnoses¹⁹. The frequency of the medicine in-person consultations is 3/person/year.

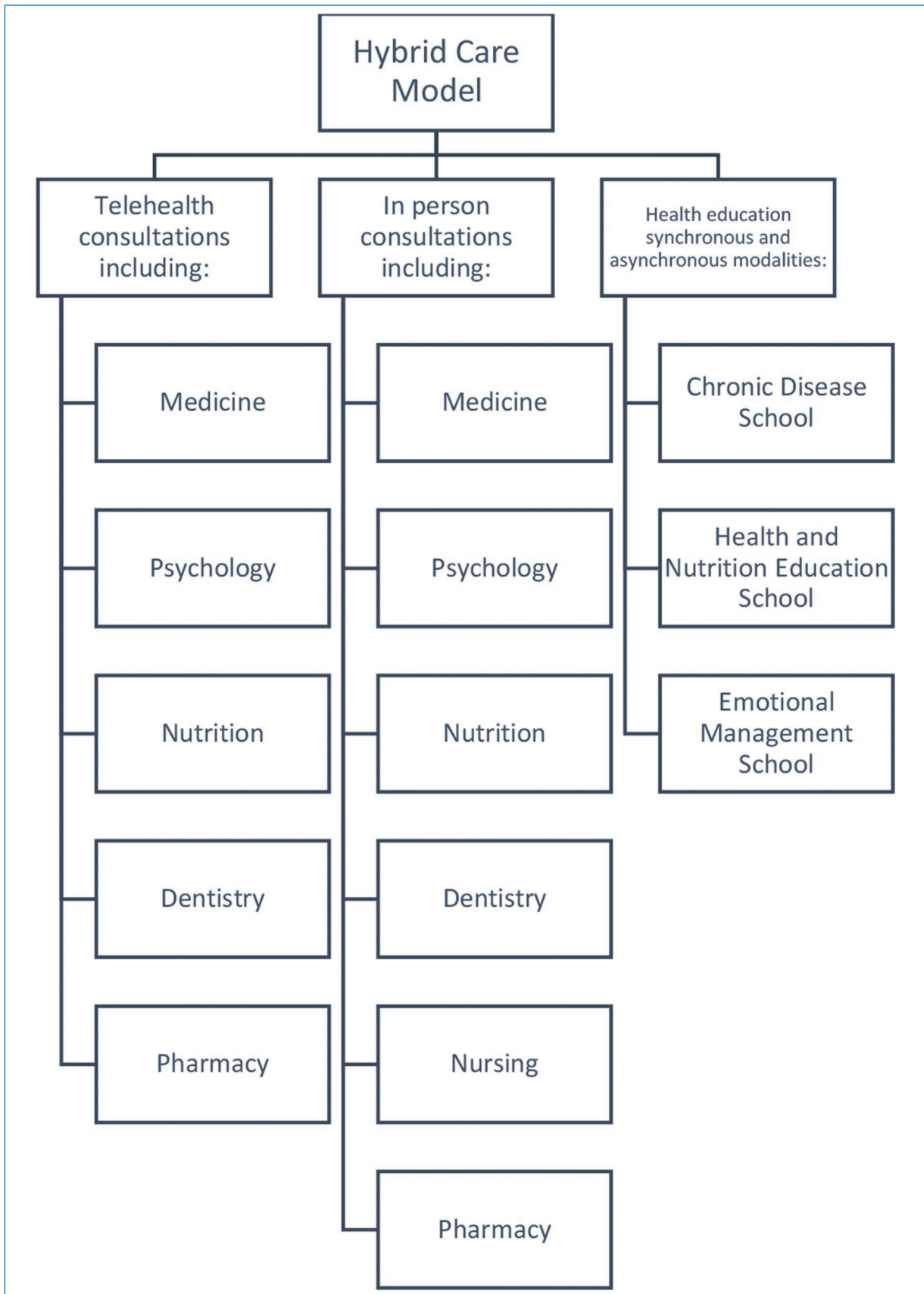


Figure 1. Hybrid care model components.

Table 1. Keypoints in telehealth consultations

Phase	Patient	Healthcare professional
Before consultation	The patient received technological training on the use of apps. The patient validated a stable internet connection and was connected in a quiet place with good lighting	The healthcare provider reviewed and analyzed the patient's medical record and diagnostic aids
During consultation	The patient provided information from their previous medical records and kept their medications available	The healthcare provider conducted a comprehensive patient interview through empathetic, assertive, and compassionate communication
After consultation	The patient attended all scheduled follow-up appointments as stipulated in their medical record	The healthcare provider documented the patient's information in the electronic medical record. They also astutely recognized when an in-person consultation was necessary

- Dentistry: periodontal disease presence was evaluated, and a therapeutic intervention plan was defined based on the Mexican Periodontology Association criteria²⁰. The frequency of the medicine in-person consultations is 1/person/year.
 - Nursing: hospital triage was conducted for preliminary clinical assessment, stratifying patients based on urgency level to improve service quality. Vital signs were taken at each visit across all specialties²¹. The frequency of the medicine in-person consultations is 7/person/year.
 - Pharmacy: education and dispensation of medications were carried out according to guidelines and norms for treating the patient's underlying conditions. The frequency of the medicine in-person consultations is 4/person/year.
3. Health education was provided synchronously and asynchronously. There are three groups of health education:
- Chronic disease school, consisting of 18 classes to disseminate self-care knowledge based on evidence-based models of self-management education. The classes are synchronous and in-person, simultaneously transmitted remotely on Google Meet®. Patients with difficulty to assist were offered the alternative of reviewing classes on the Moodle® platform²².
 - Health and nutrition education school, focused on overweight and obesity prevention and treatment, based on the components of the Edmonton Obesity Staging System, and delivered by a multidisciplinary team (medicine, nutrition, physical therapy, psychology, and clinical gastronomy)²³.
 - Emotional management school, delivered in-person by psychologists to patients with mild anxiety and/or depression alterations in 10 sessions.

Data analysis plan

It involves descriptive statistics for the demographic and clinical characteristics of the study population. Hospitalization and emergency service admission prevalence will be estimated, as well as acute conditions in the clinics. In addition, analysis of variables from laboratory tests (total cholesterol, high-density lipoprotein cholesterol, glycated hemoglobin, fasting glucose, fasting insulin, homeostatic model assessment of insulin resistance, leptin, creatinine, and microalbuminuria), clinical evaluation (body weight, height, body mass index, systolic and diastolic blood pressure, periodontal disease) and medical history (treatment for hypertension, treatment for diabetes, smoking history, cardiovascular risk score, cardiovascular age and anxiety and depression assessment with beck inventory) will be run.

Both bivariate and multivariate analyses will be employed to assess relationships between variables. If the data are determined to be normally distributed, parametric tests, such as Pearson's correlation coefficient for bivariate analysis and techniques, such as linear regression or analysis of variance for multivariate analysis will be used. If the study sample is not normally distributed, non-parametric tests will be employed. Non-parametric bivariate tests include Spearman's rank correlation coefficient, while Kruskal-Wallis's test or Mann-Whitney U test will be used for multivariate analysis.

Statistical analyses will be conducted using the IBM Statistical Package for the Social Sciences version 27. The level of significance will be set at (α) = 0.05. For all hypothesis tests, 95% confidence intervals will be reported.

Discussion

The history of the American British Cowdray Hospital dates to 1886 when the American Hospital was

inaugurated in Mexico City thanks to philanthropists who donated the land to build the hospital. Subsequently, in 1923, Mr. Weetman Pearson and his wife Mrs. Annie Cass, Lord, and Lady Cowdray contributed to the inauguration of the Cowdray Sanatorium. This Sanatorium became known as the English Hospital due to the nationality of Lady and Lord Cowdray²⁴.

CMABC was created 80 years ago as a result of the merger of these two sanatoriums, created with the intention of assisting the most vulnerable, leading to the establishment of the American British Cowdray Hospital, a Private Assistance Institution, in 1941. CMABC is governed by a Board of Trustees and uses its financial surplus to support and care for economically vulnerable communities through disease prevention programs, surgeries, and high-specialty treatments. Within the Brimex and Amistad Clinics, the CMABC offers primary care to patients with non-communicable chronic diseases. In addition, the Voluntary Ladies Group (1953) was created, which altruistically generates fundraising campaigns for the benefit of these vulnerable patients²⁴.

Addressing the issue of the SARS-CoV-2-19 pandemic meant redesigning the activities of the Brimex and Amistad Clinics at CMABC to continue caring for their patients while also containing the spread of the disease. The containment measure recommended by the World Health Organization (WHO) consisted of population confinement, which hindered patient follow-up in the traditional care model. Faced with this need, a hybrid follow-up scheme was developed in the community clinics. Healthcare professionals attended to patients remotely, and only when urgent issues were detected were they asked to come to the clinics in person^{24,25}.

The objective of this article was to present the framework of the HCM for the development of future publications regarding its effectiveness. There are few national-level studies that support the use of hardware management console with a multidisciplinary component for managing chronic diseases²⁵. It has been demonstrated that the HCM is a useful tool; its suitability linked to a variety of factors related to resources, patient preferences, and specific health conditions³.

The HCM offers several advantages for both patients and the healthcare system. It aids in the timely diagnosis and control of chronic diseases through continuous patient monitoring, leading to a reduction in complications and an improvement in quality of life².

We highlight three advantages of the HCM: (1) impact on therapeutic adherence: The HCM can help improve patients' therapeutic adherence. According to the WHO, therapeutic adherence supports patients by

providing reminders that facilitate medication intake and lifestyle changes²⁶; (2) reducing patient expenses for hospital visits, as it has been reported that telemedicine clinicians can resolve issues around 60% of the time; (3) contribution to environmental sustainability by reducing the need for travel¹.

Among the disadvantages of the HCM are technical barriers such as difficulty in using technological devices and accessing WIFI networks for telehealth, as well as the challenge of accessing in-person appointments when the patient does not have a caregiver or family member accompanying them^{25,27}.

Conclusion

This publication provides the framework to demonstrate the impact in future publications of a HCM program in an urban community with socioeconomic vulnerability. The HCM is an effective measure for continuity of care during challenging times such as the SARS-CoV-2 pandemic. This allows for the establishment of new forms of care in the post-pandemic state for patients with chronic conditions.

Acknowledgments

The authors would like to thank the support from voluntary ladies and Centro Médico ABC Foundation. Other collaborations came from Centro University to train patients in communication device management and the use of platforms for telehealth connection and Tecnológico de Monterrey collaborated in the development and support of the electronic medical record in the Sherpa® platform and training clinicians and administrators for its use.

Funding

The authors declare that this study was funded by the Clínicas de Salud Incluyente y Educación of Centro Médico ABC.

Conflicts of interest

The authors declare no conflicts of interest.

Ethical considerations

Protection of humans and animals. The authors declare that the procedures followed complied with the ethical standards of the responsible human experimentation committee and adhered to the World Medical

Association and the Declaration of Helsinki. The procedures were approved by the institutional Ethics Committee.

Confidentiality, informed consent, and ethical approval. The authors have followed their institution's confidentiality protocols, obtained informed consent from patients. The SAGER guidelines were followed according to the nature of the study. This project has received ethics approval from the Centro Médico ABC Research Ethics Committee (approval numbers ABCS-08-10, ABC-19-34).

Declaration on the use of artificial intelligence. The authors declare that no generative artificial intelligence was used in the writing of this manuscript.

References

- Gorgojo-Martínez JJ, Zugasti-Murillo A, Rubio-Herrera MA, Bretón-Lesmes I. Teleconsulta en Endocrinología y Nutrición en Tiempos de la Pandemia COVID-19 y Más Allá. SEEN; 2019. Available from: https://www.seen.es/modulgex/workspace/publico/modulos/web/docs/apartados/1433/160620_105727_7128864936.pdf [Last accessed on 2024 Apr 29].
- Monraz-Pérez S, Pacheco-López A, Castorena-Maldonado A, Benítez-Pérez RE, Thirión-Romero I, López-Estrada EC, et al. Telemedicina durante la pandemia por COVID-19. Neumol Cir Tórax. 2021;80:132-40.
- Cannedy S, Leung L, Wyte-Lake T, Balut MD, Dobalian A, Heyworth L, et al. Primary care team perspectives on the suitability of telehealth modality (phone vs video) at the veterans health administration. J Prim Care Community Health. 2023;14:21501319231172897.
- World Health Organization. Global Observatory for Telemedicine: opportunities and developments in Member States: Report on the second global survey on eHealth; 2010. Available from: <https://iris.who.int/handle/10665/44497> [Last accessed on 2024 May 03].
- Adepoju, O, Dang P, Valdez M. Comparing in-person only, telemedicine only, and hybrid health care visits among older adults in safety-net clinics. Telemed Rep. 2023;4:93-9.
- Williams C, Shang D. Telehealth for chronic disease management among vulnerable populations. J Racial Ethnic Health Disparities. 2024;11:1089-96.
- Diario Oficial de la Federación. Norma Oficial Mexicana 012-SSA3-2012, que Establece los Criterios Para la Ejecución de Proyectos de Investigación para la Salud en Seres humanos; 2013. Available from: https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5284148&fecha=04%2F01%2F2013#gsc.tab=0 [Last accessed on 2024 Apr 29].
- Diario Oficial de la Federación. Ley General de Protección de Datos Personales En Posesión de Sujetos Obligados; 2017. Available from: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/630675/lgpdppso.pdf> [Last accessed on 2024 May 03].
- Diario Oficial de la Federación. Acuerdo por el que se emiten los criterios generales y la metodología a los que deberán sujetarse los procesos de clasificación socioeconómica de pacientes en los establecimientos que presten servicios de atención médica de la Secretaría de Salud y de las entidades coordinadas por dicha secretaría; 2013. Available from: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5300256&fecha=27%2F05%2F2013#gsc.tab=0 [Last accessed on 2024 Apr 30].
- Diario Oficial de la Federación. Norma Oficial Mexicana 008-SSA3-2010, Para el tratamiento integral del sobrepeso y la obesidad; 2022. Available from: https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5523105&fecha=18/05/2018#gsc.tab=0 [Last accessed on 2024 May 03].
- Diario Oficial de la Federación. Norma Oficial Mexicana NOM-015-SSA2-2010, para la prevención, tratamiento y control de la diabetes mellitus; 2012. Available from: https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5168074&fecha=23/11/2010#gsc.tab=0 [Last accessed on 2024 May 03].
- American Diabetes Association. Standards of medical care in diabetes-2021 abridged for primary care providers. Clin Diabetes. 2021;39:14-43.
- Diario Oficial de la Federación. Norma Oficial Mexicana 030-SSA2-2009, Para la prevención, detección, diagnóstico, tratamiento y control de la hipertensión arterial sistémica; 2009. Available from: https://dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5144642 [Last accessed on 2024 May 03].
- Peer Review Committee Members. 2023 AHA/ACC/ACCP/ASPC/NLA/PCNA. Guideline for the management of patients with chronic coronary disease: a report of the American heart association/American college of cardiology joint committee on clinical practice guidelines. Circulation. 2023;148:e9-119.
- Sherpa. Expediente Médico Electrónico; 2024. Available from: <https://sherpa.la/expediente-digital> [Last accessed on 2024 May 03].
- Diario Oficial de la Federación. Norma Oficial Mexicana 005-SSA3-2018, que establece los requisitos mínimos de infraestructura y equipamiento de establecimientos para la atención médica de pacientes ambulatorios; 2020. Available from: https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5596456&fecha=09/07/2020#gsc.tab=0 [Last accessed on 2024 May 03].
- Universidad de Magallanes. Inventario de Ansiedad de Beck; 2018. Available from: http://www.umag.cl/facultades/salud/nutricion/wp-content/uploads/2021/11/INVENTARIO_DE_ANSIEDAD_DE_BECK_1.pdf [Last accessed on 2024 May 03].
- Facultad de Psicología. Universidad de Buenos Aires. Inventario de Depresión de Beck; 2018. Available from: https://www.psi.uba.ar/academica/carrerasdegrado/psicologia/sitios_catedras/obligatorias/070_psicoterapias1/material/inventario_beck.pdf [Last accessed on 2024 May 03].
- Carbajal A, Sierra J, López L, Ruperto M. Proceso de atención nutricional: elementos para su implementación y uso por los profesionales de la Nutrición y la Dietética. Rev Esp Nutr Hum Diet. 2020;24:172-86.
- World Dental Federation. Salud y enfermedades periodontales. Guía práctica para reducir la carga mundial de morbilidad para las enfermedades periodontales; 2018. Available from: <https://www.fdiworlddental.org/sites/default/files/2020-11/gphp-2018-toolkit-es.pdf> [Last accessed on 2024 May 03].
- Tree Technology. ¿Qué es el triage hospitalario?; 2018. Available from: <https://www.triajeset.com> [Last accessed on 2024 May 03].
- Powers MA, Bardsley JK, Cypress M, Funnell MM, Hams D, Hess-Fischl A, et al. Diabetes self-management education and support in adults with type 2 diabetes: a consensus report of the American diabetes association, the association of diabetes care and education specialists, the academy of nutrition and dietetics, the American academy of family physicians, the American academy of PAS, the American Association of Nurse Practitioners, and the American Pharmacists association. Diabetes Care. 2020;43:1636-49.
- Rodríguez M. Diagnóstico de la obesidad más allá de índice de masa corporal. Salud Pública Méx. 2014;56:312-4.
- Alfonso A, Heyman T. Centro Médico ABC. Filantropía y Medicina en México. 1ª ed. México: The American British Cowdry, IAP; 2020.
- Ward K, Vagholkar S, Sakur F, Nafees-Khatir N, Lau AY. Visit types in primary care with telehealth use during the COVID-19 pandemic: systematic review. JMIR Med Inform. 2022;10:e40469.
- Ortega-Cerda JJ, Sánchez-Herrera D, Rodríguez-Miranda ÓA, Ortega-Legaspi JM. Adherencia terapéutica: un problema de atención médica. Acta Med. 2018;16:226-32.
- Harvard Business Review. La era de la tele salud acaba de empezar. 2022. Available from: <https://hbr.org/2022/05/the-telehealth-era-is-just-beginning?language=es> [Last accessed on 2024 Apr 11].

Equipos de alto rendimiento en entornos de simulación

High-performance equipment in simulation environments

Ariana Cerón-Apílhualasco^{1*}, Jorge Loria-Castellanos², Thalía L. Luna-Jiménez¹,
José A. Peñúri-Domínguez¹, Andrea González-Flores¹, Rodrigo Terreros-Rivera¹,
Montserrat Ocampo-Murguía¹, Andrés Gómez-Ruiz¹, Ana P. Sagarra-Contreras¹
y Alfredo Mendoza-Ramírez¹

¹Centro Anáhuac de Simulación Clínica, Universidad Anáhuac México; ²Coordinación de Proyectos Especiales en Salud, Instituto Mexicano del Seguro Social. Ciudad de México, México

Resumen

Antecedentes: Los equipos de alto rendimiento y la simulación médica han surgido como herramientas fundamentales para optimizar la atención sanitaria y reducir el error médico, una de las principales causas de morbilidad a nivel global. **Objetivo:** Analizar el impacto de los equipos de alto rendimiento en la mejora de la atención médica, destacando el papel de la simulación en la adquisición de competencias técnicas y no técnicas que favorecen el trabajo colaborativo y la toma de decisiones críticas. **Material y métodos:** Se realizó una revisión de literatura en bases de datos médicas internacionales, como PubMed, utilizando términos MeSH como “simulation team training”. Se incluyeron estudios que abordaran la relación entre la simulación médica, el desarrollo de habilidades en equipos multidisciplinarios y su impacto en la atención clínica. **Resultados:** La evidencia revisada mostró una reducción significativa en errores críticos y una mejor coordinación en los equipos clínicos tras el entrenamiento con simulación. Iniciativas en México, como el “Código Infarto” y el “Código Cerebro”, han demostrado mejoras en los tiempos de diagnóstico y tratamiento, así como una disminución en la morbilidad asociada a eventos cardiovasculares y cerebrovasculares. **Conclusiones:** La simulación médica, al facilitar el entrenamiento de habilidades técnicas y no técnicas, ha demostrado ser una estrategia eficaz para formar equipos de alto rendimiento. Su implementación sostenida y la estandarización de protocolos podrían optimizar aún más los resultados en la atención sanitaria, garantizando una mayor seguridad para los pacientes.

Palabras clave: Simulación. Equipos de alto rendimiento. Entrenamiento multidisciplinario. Atención médica.

Abstract

Background: High-performance teams and medical simulation have emerged as essential tools to optimize healthcare delivery and reduce medical errors, which remain a leading cause of morbidity and mortality worldwide. **Objective:** To analyze the impact of high-performance teams in improving healthcare outcomes, emphasizing the role of simulation in developing technical and non-technical skills that enhance collaborative work and critical decision-making. **Material and methods:** A literature review was conducted in international medical databases such as PubMed, using MeSH terms like “simulation team training”. Studies addressing the relationship between medical simulation, multidisciplinary team skill development, and its impact on clinical care were included. **Results:** The reviewed evidence showed a significant reduction in critical errors and better coordination among clinical teams after simulation training. In Mexico, initiatives like “Código Infarto” and “Código Cerebro” have demonstrated improvements in diagnosis and treatment times, alongside a decrease in morbidity and mortality.

*Correspondencia:

Ariana Cerón-Apílhualasco
E-mail: ariana.ceron85@gmail.com

Fecha de recepción: 28-01-2025

Fecha de aceptación: 31-01-2025

DOI: 10.24875/AMH.M25000097

Disponible en internet: 04-04-2025

An Med ABC. 2025;70(1):20-24

www.analesmedicosabc.com

0185-3252 / © 2025 Asociación Médica ABC. Publicado por Permanyer. Este es un artículo open access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

associated with cardiovascular and cerebrovascular events. **Conclusions:** Medical simulation has proven to be an effective strategy for training high-performance teams by facilitating the development of technical and non-technical skills. Continuous implementation and protocol standardization could further improve healthcare outcomes and enhance patient safety.

Keywords: Simulation. High-performance teams. Multidisciplinary training. Medical care.

Introducción

El campo de la salud está en constante innovación y evolución, buscando mejorar tanto la calidad de vida como los servicios de atención médica. Esto requiere profesionales altamente capacitados que enfrenten los desafíos médicos con competencias técnicas y éticas. Durante la formación médica, el principio de *primum non nocere* (primero, no hacer daño) y el juramento hipocrático subrayan la importancia de evitar daños en la atención clínica. Sin embargo los errores médicos siguen siendo una causa importante de morbilidad a nivel global, siendo la tercera causa de muerte en EE.UU., con aproximadamente 251,000 muertes anuales atribuidas a estos errores en 2016¹.

El error médico se define como un acto no intencionado que puede incluir fallas en el sistema hospitalario, problemas de comunicación, errores en la planificación o ejecución del manejo terapéutico, deficiencias en la capacitación médica y errores en la prescripción de medicamentos, entre otros factores². A pesar de la gravedad del error médico, en países como México los registros de estos eventos son limitados, ya que la Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE), herramienta estadística usada para codificar diagnósticos, causas de muerte y otros problemas de salud³, no incluye un código específico para clasificar el «error médico». Esta falta de categorización evidencia la necesidad urgente de abordar el tema abiertamente para reducir su frecuencia.

Para reducir la incidencia de errores médicos, se ha propuesto el uso de la simulación médica y el entrenamiento de equipos de alto rendimiento. La simulación es una metodología que recrea procesos clínicos en un entorno controlado con fines educativos, y facilita el aprendizaje práctico y la adquisición de destrezas clínicas por medio de la práctica intencionada, lo que la diferencia del aprendizaje tradicional⁴.

La simulación se ha consolidado como una herramienta esencial en la formación médica, ya que permite a estudiantes y profesionales perfeccionar habilidades, practicar procedimientos, tomar decisiones críticas y enfrentar escenarios complejos en un entorno seguro, sin riesgo para los pacientes. A diferencia de los métodos tradicionales, como el modelo Flexner⁵, que prioriza el conocimiento teórico con experiencia práctica limitada,

la simulación ofrece un enfoque interactivo e inmersivo que conecta el aprendizaje teórico del aula con la práctica clínica real⁴.

Para reducir el error médico es crucial brindar una atención médica multidisciplinaria que fomente el trabajo en equipo. La simulación médica ha demostrado ser una herramienta eficaz para formar equipos de alto rendimiento, permitiendo la práctica en una amplia variedad de escenarios clínicos, desde procedimientos rutinarios hasta emergencias complejas. Este enfoque incluye sesiones de *debriefing* posteriores, en las que se intercambian ideas, se recibe retroalimentación y se genera aprendizaje, todo sin riesgo para los pacientes reales⁶. Este método no solo mejora las habilidades técnicas, sino que también promueve el desarrollo del pensamiento crítico, la estructuración del trabajo en equipo y las competencias de comunicación, elementos esenciales para una atención clínica efectiva.

Los equipos de alto rendimiento destacan en la atención sanitaria, ya que combinan diversas habilidades, conocimientos y experiencia para enfrentar los complejos retos del cuidado del paciente. Estos equipos, caracterizados por una coordinación y comunicación eficientes, permiten diagnósticos más precisos y planes de tratamiento más efectivos, mejorando la seguridad del paciente. Además, el liderazgo compartido y la distribución equitativa de responsabilidades promueven una atención integral y coordinada. La investigación ha demostrado que el trabajo en equipo y la colaboración en entornos de atención sanitaria reducen significativamente los errores médicos y mejoran los resultados de los pacientes⁷. Estos equipos están mejor preparados para gestionar situaciones clínicas complejas, responder a emergencias y adaptarse a entornos dinámicos, lo cual es vital en el campo de la medicina⁸.

El entrenamiento de equipos de alto rendimiento mediante simulación médica se ha consolidado como una innovadora estrategia educativa que optimiza la preparación y respuesta de los profesionales de la salud. Al fomentar la práctica en entornos controlados, la simulación no solo mejora la capacidad para gestionar situaciones críticas con mayor confianza, sino que también eleva los estándares de calidad en la atención al paciente y disminuye la incidencia de errores

médicos, resultando en una atención más segura y eficaz⁹. El análisis de estas estrategias a nivel nacional e internacional es esencial para identificar prácticas efectivas que contribuyan a reducir los errores médicos y mejorar los resultados clínicos, haciendo frente a los desafíos de la medicina moderna.

El objetivo de este artículo es analizar el impacto de los equipos de alto rendimiento en la mejora de los resultados de atención médica, tanto a nivel nacional como internacional. Se destaca la relevancia de la simulación médica y del entrenamiento multidisciplinario en la reducción de errores médicos y en el aumento de la calidad de la atención al paciente, con el fin de identificar prácticas efectivas que contribuyan a una atención más segura y eficiente.

Material y métodos

Con el fin de cumplir el objetivo general y los objetivos específicos de este estudio se realizó una investigación de la literatura científica internacional relacionada con innovaciones didácticas de enseñanza, simulación médica, el impacto dentro de la formación de médicos y los beneficios que esta tiene con respecto a la atención de pacientes. Se buscó en bases de datos médicas, revistas especializadas y publicaciones internacionales; los términos de búsqueda empleados fueron MeSH en PubMed, incluyendo "simulation team training". Los estudios y revisiones fueron seleccionadas con base en la efectividad de la simulación en la educación médica, las ventajas de formar equipos de alto rendimiento y el impacto de estos dentro de la educación médica.

Resultados

La simulación clínica se ha consolidado como una oportunidad única de entrenamiento dinámico, al permitir la recreación de situaciones de la vida real en un entorno controlado y seguro. Este enfoque no solo facilita la adquisición de habilidades técnicas y conocimientos, sino que también promueve el desarrollo de actitudes y comportamientos esenciales para la práctica clínica efectiva¹⁰. Gracias a su capacidad para replicar experiencias complejas, la simulación es una herramienta valiosa para mejorar el aprendizaje en equipo, ya que permite a los participantes enfrentar desafíos que son difíciles de abordar en escenarios clínicos reales.

El éxito en estos entornos clínicos no solo depende de las habilidades individuales, sino también de la capacidad de los profesionales para trabajar de manera cohesionada. La atención segura y de calidad requiere la

colaboración eficiente de equipos multidisciplinarios de alto rendimiento¹¹, un aspecto que la simulación ayuda a reforzar y evaluar. Tradicionalmente, la capacitación profesional se ha centrado en habilidades técnicas individuales. Sin embargo la importancia de las habilidades no técnicas, como la comunicación, liderazgo, anticipación, planificación, gestión de la atención y distribución de la carga de trabajo ha sido reconocida como fundamental para un trabajo en equipo efectivo^{12,13}.

En años recientes, el enfoque en el entrenamiento del trabajo en equipo ha ganado terreno con el fin de mejorar la seguridad del paciente¹⁴ y permitir el desarrollo de habilidades no técnicas. Este enfoque ha impulsado a investigar cómo el entrenamiento bajo simulación ha contribuido a la formación de equipos de alto rendimiento, lo que se ha reflejado en la literatura internacional. Un ejemplo destacado es la revisión sistemática realizada por Murphy, Curtis y McCloughen¹⁵, cuyo objetivo fue determinar si el entrenamiento en simulación mejora el desempeño de los equipos multidisciplinarios en situaciones de emergencia y cómo un mejor trabajo en equipo se traduce en una mayor eficiencia en la atención al paciente¹⁵. En esta revisión se encontró que en 8 de los 11 estudios analizados los equipos de reanimación mostraron mejoras significativas en su desempeño tras el entrenamiento simulado en equipo.

El entrenamiento mediante simulación mejoró significativamente los tiempos de respuesta. Los equipos reconocieron rápidamente eventos críticos e implementaron acciones para manejar situaciones que amenazaban la vida. Esta toma de decisiones ágil potenció la coordinación entre equipos multidisciplinarios y optimizó la adherencia a las mejores prácticas, lo que resultó en una atención más segura para los pacientes¹⁶. Además, el entrenamiento simulado se demostró como un método eficaz para fortalecer las habilidades de liderazgo y aumentar la confianza entre los líderes del equipo durante situaciones de crisis¹⁷. Los participantes reportaron sentirse mejor preparados para liderar emergencias y manifestaron una mayor confianza para gestionar futuros eventos de reanimación, de acuerdo con lo evaluado en un seguimiento realizado a los tres meses. Las mejoras significativas observadas en estudios con visitas repetidas sugieren que la reexposición a la simulación refuerza las competencias adquiridas¹⁵.

Debido a la importancia de los algoritmos de reanimación cardiopulmonar, esta ha sido el área de mayor investigación. Dichas investigaciones han demostrado que el trabajo en equipo y la capacitación en liderazgo mejoran el desempeño de los participantes durante su práctica, además de mejorar los resultados¹⁸. Asimismo,

existen otras áreas de la práctica clínica donde se han observado los beneficios de la capacitación de equipos mediante simulación. Por ejemplo, un equipo quirúrgico de la marina de los EE.UU. llevó a cabo un curso de trauma que enfatizaba el trabajo en equipo y la comunicación durante situaciones intensas, como oleadas masivas de múltiples víctimas con lesiones graves en múltiples sistemas, heridas penetrantes, contusas y quemaduras¹⁹. Los resultados de este entrenamiento mostraron una mejora notable en el desempeño de los equipos evaluados. Tras el curso de simulación, los equipos redujeron su tiempo medio de atención médica en casi un 50%¹⁹. Inicialmente, se pasaban por alto más de cinco eventos críticos, cifra que disminuyó a un promedio de solo un error crítico al finalizar el curso. Además, subjetivamente, el curso también aumentó de forma significativa la confianza de los participantes, con la mayoría expresando una mayor seguridad en su capacidad para manejar en equipo pacientes con traumatismos complejos¹⁹.

Aunque México adoptó la simulación clínica más tarde que otros países, también ha logrado avances significativos en la implementación de protocolos de entrenamiento para equipos de alto rendimiento. En los últimos años se han desarrollado algoritmos basados en la evidencia científica más reciente para tratar enfermedades clave, como los protocolos Código infarto, Código cerebro y Código mater, entre otros, diseñados para mejorar el pronóstico de los pacientes²⁰⁻²². Estos protocolos dependen del trabajo de equipos de alto rendimiento, y la simulación clínica permite practicar y perfeccionar las intervenciones antes de aplicarlas en pacientes.

El acceso a estos escenarios simulados se facilita en el Centro de Simulación para la Excelencia Clínica y Quirúrgica (CeSIECQ) del Centro Médico Nacional Siglo XXI, así como en las instalaciones abiertas posteriormente en Guadalajara, Jalisco, y Mérida, Yucatán. Estos centros fueron diseñados específicamente para optimizar los procesos de atención a la salud²³ y han permitido la implementación de entrenamientos enfocados en mejorar la seguridad y calidad de la atención mediante simulaciones avanzadas.

El Código infarto, implementado en 2015 en el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), ha logrado reducir significativamente los tiempos de diagnóstico y tratamiento, brindando atención oportuna en los primeros 10 minutos a pacientes con infarto agudo de miocardio²⁰. En sus primeros años de operación, este protocolo ha beneficiado a más de 36,000 pacientes, con un aumento del 45% en los tratamientos para abrir arterias y una reducción notable en los tiempos de atención en salas

de hemodinamia²⁰. Además, las tasas de mortalidad han disminuido del 21.8% a un rango del 3.9 a 7.7%, lo que demuestra el impacto positivo del entrenamiento simulado en la mejora de los resultados clínicos²⁰.

Tras el éxito del Código infarto en distintos centros hospitalarios de México, el Gobierno decidió implementar el Código cerebro, un algoritmo diseñado para el diagnóstico temprano y tratamiento oportuno de la enfermedad vascular cerebral (EVC). De acuerdo con cifras oficiales²⁴, el Código cerebro se introdujo en julio de 2021 en unidades del IMSS, siendo el principal el Centro Médico Nacional La Raza. En octubre de 2022, poco más de un año después de su implementación, se reportó el diagnóstico de 1,926 casos de EVC, con una notable mejora en los tiempos de atención, diagnóstico y tratamiento, replicando el éxito del Código infarto. Hasta esa fecha, 4,136 médicos y 2,335 enfermeras habían sido capacitadas en equipos de alto rendimiento para aplicar este protocolo, lo que contribuye significativamente a la mejora en la atención de pacientes con EVC²⁴.

Estos resultados demuestran que los equipos de alto rendimiento entrenados en simulación han tenido un impacto positivo en la atención médica alrededor del mundo, sin ser México la excepción. A medida que los algoritmos y los centros de simulación continúan desarrollándose, es probable que este enfoque contribuya a mejorar aún más los estándares de calidad y seguridad en la atención médica, consolidando a la simulación clínica como una herramienta clave para la reducción de errores y el aumento de la eficiencia en la atención sanitaria.

Conclusiones

Los resultados mostrados en este artículo subrayan la importancia de los equipos de alto rendimiento en la mejora de los resultados de atención médica. La simulación médica ha demostrado ser una herramienta eficaz para la educación, capacitación y aumento de confianza en los estudiantes y profesionales de la salud. La adquisición de habilidades técnicas y no técnicas, como la comunicación, gestión de la atención, intercambio de conocimientos y distribución de carga de trabajo contribuyen fuertemente a la reducción de errores médicos, fomentan un trabajo en equipo efectivo y fortalecen las habilidades de liderazgo, lo cual mejora el desempeño de los equipos multidisciplinarios y de alto rendimiento y esto no solo optimiza los procesos clínicos, sino que también promueve un ambiente de trabajo positivo que puede reducir el agotamiento y aumentar la satisfacción laboral.

En nuestro país, la implementación de códigos de actuación, como el Código cerebro y el Código infarto, ha mejorado los tiempos de diagnóstico y tratamiento. De igual forma, se ha visto una mejora en la coordinación entre equipos multidisciplinarios y la realización de mejores prácticas, lo cual ha impactado positivamente en la morbilidad. Sin embargo, aún hay áreas de oportunidad, como la necesidad de estandarizar la formación en simulación y mejorar la colaboración entre los profesionales de la salud. Se propone implementar programas de capacitación continua y repetida, ya que se ha visto que una reexposición a la simulación ayuda a reforzar las habilidades adquiridas. También se considera importante establecer protocolos claros para fortalecer el trabajo en equipo y contemplar la formación de equipos de alto rendimiento desde etapas tempranas en la educación, lo que no solo mejorará la seguridad y calidad de la atención al paciente, sino que también ayudará a crear un entorno más cohesionado y eficiente en la práctica clínica.

Financiamiento

Los autores declaran no haber recibido financiamiento para este estudio.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Consideraciones éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que los procedimientos seguidos se conformaron a las normas éticas del comité de experimentación humana responsable y de acuerdo con la Asociación Médica Mundial y la Declaración de Helsinki. Los procedimientos fueron autorizados por el Comité de Ética de la institución.

Confidencialidad, consentimiento informado y aprobación ética. Los autores han seguido los protocolos de confidencialidad de su institución, han obtenido el consentimiento informado de los pacientes, y cuentan con la aprobación del Comité de Ética. Se han seguido las recomendaciones de las guías SAGER, según la naturaleza del estudio.

Declaración sobre el uso de inteligencia artificial. Los autores declaran que no utilizaron ningún tipo de inteligencia artificial generativa para la redacción de este manuscrito.

Bibliografía

1. Makary MA, Daniel M. Medical error-the third leading cause of death in the US. 2016;353:2139.
2. Karande S, Marraro G, Spada C. Minimizing medical errors to improve patient safety. J Postgrad Med. 2021;67(1):1-3.
3. Secretaría de Salud. Clasificación Internacional de Enfermedades [Internet]. México: Dirección General de Información en Salud; 2020 [citado 30 ago 2024]. Disponible en: http://www.dgis.salud.gob.mx/contenidos/intercambio/diagnostico_gobmx.html
4. Al-Elq A. Simulation-based medical teaching and learning. J Family Community Med. 2010;17(1):35.
5. González-Flores P, Luna de la Luz V. La transformación de la educación médica en el último siglo: innovaciones curriculares y didácticas (parte 1). Inv Ed Med. 2019;8(30):95-109.
6. Beal MD, Kinnear J, Anderson CR, Martin TD, Wamboldt R, Hooper L. The effectiveness of medical simulation in Teaching Medical Students Critical Care Medicine. Simul Healthc. 2017;12(2):104-16.
7. Manser T. Teamwork and patient safety in dynamic domains of Health-care: A review of the literature. Anaesthesiol Scand. 2009;53(2):143-51.
8. Salas E, Diaz-Granados D, Klein C, Burke CS, Stagl KC, Goodwin GF, et al. Does team training improve team performance? A meta-analysis. Hum Factors. 2008;50(6):903-33.
9. Mastandrea P, Cambra I, Gonzalez-Caminal G, Baños JE, Pujol-Farriols R, Gomar-Sancho C. Seguridad del paciente a través del cine-educación y simulación. Evaluación del aprendizaje a largo plazo. FEM. 2022; 25(3):137-41.
10. Sandahl C, Gustafsson H, Wallin CJ, Meurling L, Øvretveit J, Brommels M, et al. Simulation team training for improved teamwork in an intensive care unit. Int J Health Care Qual Assur. 2013;26(2):174-88.
11. Georgiou A, Lockey DJ. The performance and assessment of hospital trauma teams. Scand J Trauma Resusc Emerg Med. 2010;18:66.
12. Vannucci A, Kras JF. Decision making, situation awareness, and communication skills in the operating room. Int Anesthesiol Clin. 2013;51(1):105-27.
13. Steinemann S, Berg B, DiTullio A, Skinner A, Terada K, Anzelon K, et al. Assessing teamwork in the trauma bay: introduction of a modified "NOTE-CHS" scale for trauma. Am J Surg. 2012;203(1):69-75.
14. Boddington R, Arthur H, Cummings D, Mellor S, Salter D. Team resource management and patient safety: a team focused approach to clinical governance. Clinical Governance: An International Journal. 2006;11:58-68.
15. Murphy M, Curtis K, McCloughen A. What is the impact of multidisciplinary team simulation training on team performance and efficiency of patient care? An integrative review. Australas Emerg Nurs J. 2016;19(1):44-53.
16. Weller JM, Janssen AL, Merry AF, Robinson B. Interdisciplinary team interactions: a qualitative study of perceptions of team function in simulated anaesthesia crises. Med Educ. 2008;42(4):382-8.
17. Figueroa MI, Sepanski R, Goldberg SP, Shah S. Improving teamwork, confidence, and collaboration among members of a pediatric cardiovascular intensive care unit multidisciplinary team using simulation-based team training. Pediatr Cardiol. 2013;34(3):612-9.
18. Hunziker S, Johansson AC, Tschan F, Semmer NK, Rock L, Howell MD, et al. Teamwork and leadership in cardiopulmonary resuscitation. J Am Coll Cardiol. 2011;57(24):2381-8.
19. Siriratsivawong K, Kang J, Riffenburgh R, Hoang TN. Immersion team training in a realistic environment improves team performance in trauma resuscitation. Surgery. 2016;160(3):586-90.
20. Instituto Mexicano del Seguro Social. Código infarto: la estrategia del IMSS que salva vidas [Internet]. México: Gobierno de México; 2022 [citado 30 ago 2024]. Disponible en: <https://www.gob.mx/imss/articulos/codigo-infarto-la-estrategia-del-imss-que-salva-vidas-291674?idiom=es>
21. Instituto Mexicano del Seguro Social. Estrategias de salud y atención médica para mejorar la calidad de vida [Internet]. México: Gobierno de México; 2022 [citado 30 ago 2024]. Disponible en: <https://www.imss.gob.mx/prensa/archivo/202207/384>
22. Secretaría de Salud. Triaje obstétrico, Código Mater y equipo de respuesta inmediata obstétrica [Internet]. México: Gobierno de México; 2020 [citado 30 ago 2024]. Disponible en: <https://www.gob.mx/salud/documentos/triage-obstetrico-codigo-mater-y-equipo-de-respuesta-inmediata-obstetrica>
23. Instituto Mexicano del Seguro Social. Mejoras en procesos de atención a la salud en el IMSS [Internet]. México: Gobierno de México; 2019 [citado 30 ago 2024]. Disponible en: <https://www.imss.gob.mx/prensa/archivo/201906/183>
24. Instituto Mexicano del Seguro Social. Avanza el programa Código Cerebro para diagnosticar y mejorar el tiempo de respuesta ante un evento vascular cerebral [Internet]. México: Gobierno de México; 2022 [citado 30 ago 2024]. Disponible en: <https://www.gob.mx/imss/prensa/avanza-el-programa-codigo-cerebro-para-diagnosticar-y-mejorar-el-tiempo-de-respuesta-ante-un-evento-vascular-cerebral>

Reflections on nonlinearity in biological phenomena based on the arrow of time

Reflexiones de la no linealidad en fenómenos biológicos con base en la flecha del tiempo

Emilio Arch-Tirado^{1*}, Ana L. Lino-González², and Miguel Á. Collado-Corona¹

¹Neurological Center, Centro Médico ABC Santa Fe; ²Subdirectoriate of Biomedical Research, Clinical Neurosciences, Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra, Secretaría de Salud. Mexico City. Mexico

Abstract

Background: Science seeks to generate knowledge through studies that meet the criteria of truthfulness, reliability, and reproducibility. To achieve this, it relies on validated measurement instruments and careful sample selection. Data analysis, whether qualitative and/or quantitative, is conducted using mathematical processes and statistical tests that consider the distribution and characteristics of the data. **Objective:** To discuss the feasibility and objectivity of using linear tools in measuring biological phenomena over time. **Material and methods:** To accomplish this, various nonlinear aspects that can be applied in the analysis of medical specialties, paramedical disciplines, and biological sciences are discussed and presented. **Conclusions:** Biological phenomena, from the origin of the universe (Big Bang) to the present time, are the result of a long chain of causal and casual events. It is suggested to be careful with linear measurements and their interpretation, being emphatic that the results obtained are a resolution of the behavior of two variables in a determined time and space, limiting the results in mathematical intervals.

Keywords: Nonlinearity. Statistical analysis. Medical sciences. Dynamic systems.

Resumen

Antecedentes: La ciencia busca generar conocimientos a partir de estudios que cumplan con las características de veracidad, confiabilidad y reproducibilidad, para ello, echa mano de instrumentos de medición validados y de una cuidadosa selección de la muestra. El análisis de los datos obtenidos, ya sean cualitativos y/o cuantitativos, se realizan con procesos matemáticos y pruebas estadísticas en relación con las distribución y característica de los datos. **Objetivo:** Discutir la viabilidad y la objetividad del uso de las herramientas lineales en la medición de fenómenos biológicos a lo largo del tiempo. **Material y métodos:** Se discuten y presentan diferentes aspectos no lineales que pueden ser utilizados en el análisis de las especialidades médicas, paramédicas y disciplinas de la biología, entre otras. **Conclusiones:** Los fenómenos biológicos, desde el origen del universo (Big Bang) hasta el momento actual, son resultado de una larga cadena de eventos causales y casuales. Se sugiere tener cuidado con las mediciones lineales y su interpretación, siendo enfáticos en que los resultados obtenidos son resolución del comportamiento de dos variables en un tiempo y espacio determinado, acotando los resultados en intervalos matemáticos.

Palabras clave: No linealidad. Análisis estadístico. Ciencias médicas. Sistemas dinámicos.

*Correspondence:

Emilio Arch-Tirado
E-mail: arch.tirado@gmail.com

Date of reception: 28-01-2025

Date of acceptance: 05-02-2025

DOI: 10.24875/AMH.M25000100

Available online: 04-04-2025

An Med ABC. 2025;70(1):25-28

www.analesmedicosabc.com

0185-3252 / © 2025 Asociación Médica del Centro Médico ABC. Published by Permanyer. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introduction

One of the fundamental objectives of science is to generate truthful, reliable, and reproducible knowledge using validated measurement instruments previously applied to carefully selected subjects and study objects based on inclusion, exclusion, and elimination criteria. From these, databases are formed, which are used for qualitative and quantitative analysis of study variables using elective and selective mathematical and statistical tools based on the distribution and characteristics of the data. The objective of this work is to discuss the feasibility and objectivity of using linear tools in measuring biological phenomena over time. To this end, various nonlinear aspects that can be applied in the analysis of medical, paramedical, and biological disciplines, among others, are discussed and presented.

Linearity

In the field of medicine, statistical tests are indiscriminately used to determine whether there is a linear correlation between the obtained data. Karl Pearson, in 1920, published the existence of positive and negative correlations¹ based on the studies of Francis Galton published in 1888². He defined the positive and negative value of the correlation based on the slope's inclination, that is, whether it was $>$ or $< 90^\circ$. Regardless of scatter plots and the linear regression model, it can be said that Galton and Pearson laid the foundations of knowledge in this field. It is worth noting that linearity was the basis of Newton's third law: "for every action, there is an equal and opposite reaction," that is, a cause for an effect.

Back in 1900, the world population was 1.5 billion people, and by 2022, it reached 8 billion. Currently, globalization and the ease of mobility between countries and continents facilitate the transmission of diseases, exponentially increasing the speed of contagion among all inhabitants of the planet, as seen in the pandemics that have occurred, including the most recent one caused by the coronavirus disease 2019 (COVID-19), generated by the severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2). Based on this, it is important to question whether the mathematical models generated 136 years ago still have the same application and certainty today, especially in the face of biological phenomena that we know are cyclical and nonlinear.

Dynamic systems and chaos theory

Currently, we are certain that in biological phenomena and medicine, there is no cause-effect relationship

as established by Newton's third law. Instead, there are many causes for a single effect. One of the important concepts in dynamic systems is that "small changes in the initial conditions of the system can generate large changes in the final outcome." Thus, in the superficial forms of their evolution, they may take different routes, such as self-organization, synchronization, unpredictability of the effects of small changes in initial conditions, as well as the existence of simplicity at some levels while chaos exists in other forms, according to the fundamental concepts of complexity³. Various spatiotemporal properties in complex systems arise spontaneously from the interactions within the system in question, which have a longitudinal impact over time, generating unexpected properties or effects in any given system. These properties have been termed "emergent processes," and in this way, we can know the beginning of a system or process. However, it is impossible to determine how this system will behave over time, a problem faced daily by health care personnel when making future prognoses. Arch-Tirado et al. (2009) described the utility of complexity and chaos sciences in the analysis of zoonoses, discussing the difficulty of knowing all the independent variables (causes) that generate the dependent variable (effect), demonstrating that linear approaches are entirely ineffective when studying and analyzing such phenomena⁴. From this publication, we can understand the uncertainty experienced recently during the COVID-19 pandemic.

Normal distribution

Karl Friedrich Gauss (1777-1855) was a German astronomer and mathematician. His ideas on the study of the characteristics of curved surfaces, detailed in his work *Disquisitiones generales circa superficies curvas* (1828), laid the foundations of modern differential geometry⁵. He is considered the pioneer in conceptualizing the "Gaussian bell curve," also known as the normal distribution, which describes the behavior of data distribution based on the mean and standard deviation, located at the highest point of the curve or the meeting point of the mean, median, and mode (which in theory should have the same value), hence the name "measures of central tendency." We must remember that this distribution is found in very large populations (N). For example, if we were to evaluate neuromotor capacity based on displacement in the Mexican population, we would likely find a normal distribution, where, regardless of the evaluation performed, the skills assessed over time would show an ascending and descending trend.

Thus, time plays a fundamental role in measurements over time, space, and the resulting curve.

The arrow of time

What is time? Starting from the formula for velocity $v = \frac{d}{t}$, we have $t = \frac{d}{v}$. We say that time is a displacement at a given velocity. Let us not forget that all biological phenomena operate under this premise. Currently, physicists and astrophysicists have incorporated the term “arrow of time” to refer to this displacement, highlighting, among other reflections, that “the past always remains out of our reach, that is, we cannot stop or reverse the flow of minutes and hours, as it is possible to retrace the path we take in space; the future only takes shape vaguely based on clues and conjectures”⁶. We must consider that the effects of today are a consequence of the Big Bang (the origin of the universe), that is, an immeasurable number of causes that lead us to the current effect. Based on this, if some of our ancestors, for example, our great-great-grandmother, had not been in a specific time and space, we would not be here. Therefore, we can question whether we exist by chance or causality, just like all biological phenomena, since their existence is the result of a long and immeasurable chain of prior events. The manipulation of causes to achieve a specific effect in any given time and space is the basis of experimentation. Over time, this manipulation is entirely random, so the effects of today are entirely unpredictable. In this way, being subject to the arrow of time, we live in a completely unpredictable world.

Criterion of the first and second derivative in measurements over time

Arch-Tirado et al. (2019) demonstrated the utility of the first and second derivatives in dynamic measurements of critically ill patients based on the scores obtained from the APACHE II scale. It is shown that over time, based on the clinical interventions performed on these patients, changes in scores can be observed in minutes and hours, such that using conventional measurements would introduce biases in the results obtained. By using the criteria of derivatives, recalling that the first provides instantaneous velocity and the second acceleration, it is possible to establish that measurements in dynamic systems must be performed using mathematical models specialized in dynamic systems over time⁷.

Health-disease process and spatiotemporal uncertainty

Arch-Tirado et al. (2020) discuss the complexity of taking simultaneous measurements in the field of public health and associate this complexity with the principles of quantum mechanics, that is, “the velocity of an electron can be predicted, but not its position, and vice versa.” In this way, when measuring the dynamics of transmission of highly contagious diseases, such as COVID-19, the origin of the contagion and/or transmission can be determined, but not the speed of spread. They also discuss that an individual cannot manifest the same signs and symptoms as others, based on the large number of variables involved, since two humans cannot occupy the same place in space at the same time⁸.

Probabilistic 3D measurement system, arrow of time, and 4D

Arch-Tirado et al. (2022), based on the World Health Organization (WHO) definition of health as “a state of complete physical, mental, and social well-being and not merely the absence of disease or infirmity”⁹, propose a simultaneous probabilistic measurement system, taking biological, psychological, and socioeconomic factors as axes in a unit probabilistic cube, demonstrating the probabilistic intersections $A \cap B \cap C$ in a specific time and space within a study sample. They conclude that multi-variable measurements should be performed to avoid biases in data collection and interpretation¹⁰. Of note, the results obtained show the possibility of performing simultaneous measurements at the time of data collection. However, if measurements were taken in the same sample with the same measurement instrument over time, changes would be observed based on the effects generated by the temporal environment on each of the axes, that is, the same measurements would not be obtained over time in the same evaluated subjects. When analyzing a 3D system in the arrow of time, it becomes a “4D” analysis, meaning any 3D system in an arrow of time becomes 4D¹¹.

The role of integral calculus in nonlinearity

The objective of linear correlation analysis is to establish the linear regression equation of the line $f(x) = mx + b$, where m is the slope of the line and b is the point where the slope crosses the y-axis. If, when performing a correlation analysis, the scatter plot, the calculation of the

correlation coefficient r (value $-1 \leq r \leq 1$), and the equation of the line are not performed, it can be said that the calculation has not been fully completed. Similarly, it is necessary to establish the interval where the greatest correlation between the analyzed variables lies, using the mathematical symbolism of intervals $[a;b]$, that is, the numbers between the values that bound the interval on the x-axis.

If we conceptualize that at each moment there is a specific space and time, and that linearity (cause-effect relationship) in biological phenomena does not exist, linear correlations in a specific time and space may be segments of one or multiple curves over time. Thus, based on the above, it is possible to establish the shape of the curve starting from quadratic or nth-degree equations, based on the number of curves existing along the causal chain in the arrow of time. That is, we can use integral calculus to establish the nonlinear behavior of the numerical model, starting from the formula:

$$\int x^n = dx = \frac{x^{n+1}}{n+1} + c$$

Integrating the equation of the line:

$$\int f'(x) = \frac{mx^2}{2} + bx \text{ or } f(x) = \frac{m}{2}x^2 + bx + c$$

We obtain a quadratic equation and, therefore, when graphed, a curve or parabola.

Conclusions

Biological phenomena, from the origin of the universe (Big Bang) to the present moment, are the result of a long chain of causal and random events. Therefore, by not identifying and considering the large number of causes that generate a single effect, as established by the theory of dynamic processes and chaos, biases in the interpretation of results will arise.

Mathematical and statistical models that consider simultaneous multivariable probabilistic intersection measurements should be used.

It must be clear that measurements taken at a specific time and space are, so to speak, a value in a fragment of time, so previous or subsequent measurements will be entirely different from those already obtained.

Dynamic systems indicate that small changes in a system can generate immeasurable changes in it, as demonstrated by Lorenz in the "butterfly effect."

With the above, it is suggested to be cautious with linear measurements and their interpretation, emphasizing that the results obtained are the result of the behavior of

two variables in a specific time and space, bounding the results within mathematical intervals.

Personnel in biological, medical, and paramedical fields should use mathematical tools such as differential and integral calculus, among many others.

Funding

The authors declare that they have not received funding.

Conflicts of interest

The authors declare no conflicts of interest.

Ethical considerations

Protection of humans and animals. The authors declare that no experiments were conducted on humans or animals for this research.

Confidentiality, informed consent, and ethical approval. The study does not involve personal patient data and does not require ethical approval. The SAGER guidelines do not apply.

Statement on the use of artificial intelligence. The authors declare that no generative artificial intelligence was used in the writing of this manuscript.

References

1. Pearson K. Notes on the history of correlation. *Biometrika*. 1920; 13:25-45.
2. Galton F. Co-relations and their measurement, chiefly from anthropometric data. *Proc R Soc Lond*. 1888;45:135-45.
3. Pearce N, Merletti F. Complexity, simplicity, and epidemiology. *Int J Epidemiol*. 2006;35(3):515-9.
4. Arch-Tirado E, Rosado-Muñoz J. Ciencias de la complejidad y caos como herramientas en el análisis de la proliferación de vectores y zoonosis. *Cir Cir*. 2009;77(4):341-50.
5. Fernández T, Tamaro E. Biografía de Karl Friedrich Gauss [Internet]. Barcelona, España: Biografías y Vidas, La enciclopedia biográfica en línea; 2004 [cited 2024 Jul 11]. Available from: <https://www.biografiasyvidas.com/biografia/g/gauss.htm>
6. Blanco LD. La flecha del tiempo. España: RBA; 2015.
7. Arch-Tirado E, Lino-González AL, Collado-Corona MA, Garnica-Escamilla MA, Carrillo-Esper R, De Leo-Vargas R, et al. Propuesta para la determinación del cambio de velocidad, velocidad instantánea y aceleración con base en el puntaje APACHE II en pacientes en estado crítico. *Med Crit*. 2019;33(4):196-8.
8. Arch-Tirado E, Collado-Corona MA, Lino-González AL, Terrazo-Lluch J. Incertidumbre, sistemas dinámicos, principios de mecánica cuántica y su relación con el proceso salud-enfermedad (propuesta de análisis). *Rev Esp Salud Pública*. 2020;94:e1-11.
9. Organización Mundial de la Salud. Constitución de la OMS [Internet]. Organización Mundial de la Salud; 2020 [cited 2024 Jul 11]. Available from: <https://www.who.int/es/about/governance/constitution>
10. Arch-Tirado E, Lino-González AL, Loria-Castellanos J, Pérez-Calatayud AA, Montes de Oca-García E, Collado-Corona MA, et al. Análisis de los efectos económicos en la homeostasis biopsicosocial a partir de un sistema de medición probabilístico tridimensional. *Cir Cir*. 2022;90(3):392-401.
11. UMOV Academy. La 4ta dimensión en la física [Internet]. EXPRESO UMOV; 2022 [cited 2024 Jul 12]. Available from: <https://universidadenlinea.umov.mx/2022/02/03/la-4ta-dimension-en-la-fisica/>

Bioética en la atención a la pandemia de COVID-19: percepción de residentes

Bioethics in COVID-19 pandemic care: residents' perceptions

Francisca M.F. Mendoza-Lucero¹, Mirelle Pinelo-Ramírez¹, Alejandro Rodríguez-Torres¹,
Paula A. Zamora-Hernández¹, Arturo García-Galicia^{2*}, Nancy R. Bertado-Ramírez²,
Álvaro J. Montiel-Jarquín² y Jorge Loría-Castellanos³

¹Facultad de Medicina, Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla; ²Unidad Médica de Alta Especialidad Hospital de Especialidades de Puebla, Dirección de Educación e Investigación en Salud, Centro Médico Nacional General de División Manuel Ávila Camacho, Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS). Puebla; ³Coordinación de Proyectos Especiales en Salud, IMSS, Ciudad de México. México

Resumen

Antecedentes: El sistema de salud mexicano enfrentó un proceso complejo durante la pandemia de COVID-19. Los médicos residentes fueron fundamentales, ya que ellos integraron los equipos de atención directa con pacientes en el Sistema Público de Salud. **Objetivo:** Describir la percepción de los médicos residentes sobre los aspectos bioéticos de la atención durante la pandemia de COVID-19. **Material y métodos:** Estudio cualitativo y transversal basado en experiencias de 37 médicos residentes en hospitales públicos de México, quienes elaboraron un ensayo sobre su perspectiva ética durante la pandemia. Se utilizó estadística descriptiva. **Resultados:** El 95% de los médicos residentes percibieron falta de coordinación y organización en el Sistema de Salud Nacional. El 91.9% reportaron falta de insumos médicos (medicamentos y equipo de protección personal). El 70.3% informaron alteración de su salud mental y física, y el 81% mencionaron miedo al contagio. El 54% percibieron falta de personal médico y ausentismo laboral. Se identificaron actitudes de miedo, incertidumbre o ansiedad en pacientes y familiares en un 91.9%. **Conclusiones:** Este estudio ofrece una visión crítica de las experiencias de los residentes, destacando las complejidades y los retos éticos a los que se enfrentaron. Expone las oportunidades de mejora del sistema sanitario, incluido el Instituto Mexicano del Seguro Social. Los residentes desempeñaron un papel crucial, pero se encontraron con numerosos dilemas éticos.

Palabras clave: Principios bioéticos. COVID-19. Formación médica. Residencia. Ética médica. Atención de salud.

Abstract

Background: The Mexican health system faced a complex process during the COVID-19 pandemic. Resident physicians were fundamental, as they integrated the direct patient care teams in the Public Health System. **Objective:** To describe resident physicians' perceptions of the bioethical aspects of care during the COVID-19 pandemic. **Material and methods:** Qualitative, cross-sectional study based on the experiences of 37 resident physicians in public hospitals in Mexico, who wrote an essay on their ethical perspective during the pandemic. Descriptive statistics were used. **Results:** 95% of the resident doctors perceived a lack of coordination and organization in the National Health System. 91.9% reported a lack of medical supplies (medicines and personal protective equipment). 70.3% reported alteration of their mental and physical health, and 81% mentioned fear of contagion. 54% reported a lack of medical personnel and absenteeism from work. Attitudes of fear, uncertainty and/or anxiety were identified in 91.9% of patients and family members. **Conclusions:** This study offers a critical

*Correspondencia:

Arturo García-Galicia
E-mail: neurogarcia Galicia@yahoo.com.mx

Fecha de recepción: 28-01-2025
Fecha de aceptación: 29-01-2025
DOI: 10.24875/AMH.M25000093

Disponible en internet: 04-04-2025
An Med ABC. 2025;70(1):29-35
www.analesmedicosabc.com

0185-3252 / © 2025 Asociación Médica del Centro Médico ABC. Publicado por Permanyer. Este es un artículo open access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

view of the residents' experiences, highlighting the complexities and ethical challenges they faced. It identifies opportunities for improvement in the healthcare system, including the Mexican Institute of Social Security. Residents played a crucial role, but encountered numerous ethical dilemmas.

Keywords: Bioethical principles. COVID-19. Medical education. Residency. Medical ethics. Health care delivery.

Introducción

La pandemia de la enfermedad por SARS-CoV-2 (COVID-19)¹ presentó desafíos sin precedentes en el ámbito de la ética médica y la atención sanitaria en México, y lo sigue haciendo. El sistema de salud mexicano enfrentó un proceso complejo durante la fase aguda de la pandemia, desde la integración de recursos, la planeación estratégica, la organización eficiente y la dirección efectiva hasta el control riguroso y la evaluación constante. El Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) desempeñó un papel fundamental en la toma de decisiones y la gestión de recursos para la atención adecuada de los pacientes afectados por el virus².

Una parte fundamental de esta atención descansó sobre los médicos residentes. El médico residente es un médico titulado como médico general y se encuentra en curso de especialización en una rama médica³. Para ello, a través de un examen nacional se ingresa a un programa de educación y formación especializada en un hospital designado como sede, y dicho curso se conoce como residencia médica⁴.

Durante la pandemia, los residentes formaron parte de los equipos de atención a pacientes con COVID-19, en contacto directo con los hospitalizados en todo el Sistema Público de Salud. Por ello, su perspectiva del contexto general es muy relevante, pues aporta información sobre el impacto material y el estado de salud orgánico y psicológico (experimentar ansiedad, depresión y temor al tratar pacientes con COVID-19). También reporta sobre la preparación del Sistema de Salud en México, las decisiones tomadas por las instituciones de salud y la participación del IMSS. Además, es un punto de vista diferente sobre cómo la pandemia afectó a pacientes, familias, personal de salud y la sociedad en general⁵.

En paralelo, la percepción sentida de los pacientes, sus familiares y la sociedad ha sido una dimensión importante en el análisis bioético de la pandemia, así como los valores, las virtudes y los fines éticos y deontológicos del médico⁶. En el cumplimiento de la calidad humanitaria de la medicina, requirió una comunicación efectiva, gran empatía y respeto por la autonomía de los pacientes. Han sido fundamentales para mantener

la confianza en el sistema de salud y garantizar que las decisiones tomadas fueran comprensibles y aceptables para todas las partes involucradas.

En el ámbito de la bioética, se debe reconocer la salud del ser humano antes de la enfermedad, con el propósito de apreciar el valor de la vida de cada persona de manera individual, además de respetar los intereses últimos en ella y los efectos de las experiencias positivas y negativas en su completo bienestar humano y posible futuro.

Es fundamental comprender a la persona a cargo del cuidado de un paciente, su compromiso por brindar la mejor atención posible aplicando habilidades, conocimientos y aspectos personales motivadores y satisfactorios.

Cabe destacar la singularidad actual de este trabajo, ya que no se cuenta con estudios que aborden el aspecto bioético de la experiencia de la pandemia desde la perspectiva de los médicos residentes.

El objetivo del presente estudio fue describir la percepción de los médicos residentes sobre los aspectos bioéticos de la atención durante la pandemia de COVID-19.

Material y métodos

Se trata de un estudio cualitativo y transversal, realizado en médicos residentes de cinco especialidades en un hospital terciario del IMSS en Puebla. En diciembre de 2020 se solicitó la elaboración de un ensayo, con preguntas específicas, a una muestra limitada de médicos residentes matriculados en el curso de bioética por parte de una universidad en Puebla, que atendieron pacientes con COVID-19 hospitalizados y ambulatorios durante su curso de especialización, en contacto directo con ellos durante la atención médica. Los temas del ensayo fueron las opiniones personales sobre:

- Actuación (integración, planeación, organización, dirección, control y evaluación) del sistema de salud del país.
- Participación directa del IMSS, las decisiones tomadas y los recursos materiales indispensables.
- Participación del personal humano y ambiente institucional.
- Percepción sentida de pacientes, familiares o sociedad en general.

Tabla 1. Número de médicos encuestados (n = 37) por especialidades

Especialidad	n	%
Nefrología	7	18.9
Urología	4	10.8
Gastroenterología	9	24.3
Hematología	7	18.9
Anestesiología	10	24.3
Total	37	100

Se excluyeron aquellos ensayos que no tenían todos los puntos indicados para abordar. Posteriormente se realizó un análisis cualitativo apoyado en estadística descriptiva basada en el total y el porcentaje por cada apartado, y se identificaron los aspectos bioéticos involucrados.

El presente estudio fue aprobado por el Comité de Ética Local y de Investigación 2101, del IMSS. La información obtenida se manejó con estricta confidencialidad y para los fines exclusivos de la investigación. Las opiniones vertidas no influyeron en la calificación del curso universitario.

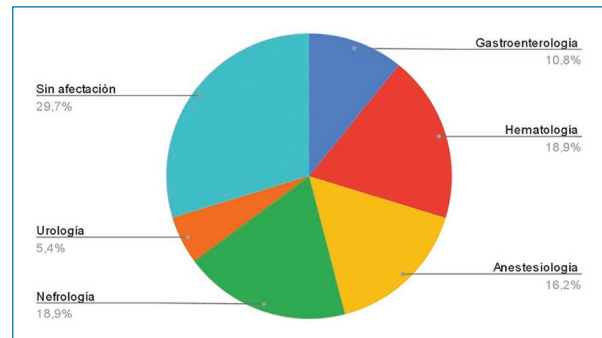
Resultados

Se obtuvieron 39 ensayos de médicos residentes de primer año de especialidades como anestesiología, hematología, gastroenterología, nefrología y urología. Se eliminaron dos residentes por pertenecer a una sede de especialidad en una institución privada (se encontraban en rotación en el hospital del estudio). En la [tabla 1](#) se muestra el número de médicos encuestados en las especialidades mencionadas.

Se analizaron los resultados y las opiniones de cada residente de acuerdo con las preguntas formuladas, referentes a los principios bioéticos principalistas y comparando tanto los factores en común como los que diferían. Los resultados desglosados por variable se presentan a continuación.

Dominio 1: actuación (integración, planeación, organización, dirección, control y evaluación) del sistema de salud del país

Un 95% de los residentes percibieron falta de coordinación y organización en el Sistema de Salud Nacional.

**Figura 1.** Afectación a la salud mental o física percibida por los residentes durante la atención de la pandemia de COVID-19.

Señalaron que se expresaban cifras incongruentes de contagios debido a la aplicación insuficiente de pruebas diagnósticas hasta en un 57%, que se reflejó en un semáforo inadecuado. Esta percepción se registró en el 19% de los encuestados.

Dominio 2: sobre la participación directa del IMSS, las decisiones tomadas y los recursos materiales indispensables

Se reportó una opinión sobre desigualdad de servicios de salud en cuanto a la atención en el medio público contra el privado por parte del 24.3% de los médicos residentes. En el aspecto de infraestructura, entendido como escasez de camas y espacios de atención a pacientes con COVID-19, hasta en un 62.2%.

La falta de insumos médicos para la atención de pacientes (medicamentos y equipo de protección personal) la señalaron el 91.9%. El 45.9% de la muestra reportaron falta de personal capacitado. La desatención a casos de enfermedades crónicas se reportó en un 21.6%, de los cuales se destacan los pacientes oncológicos y hematológicos. Estos datos representan exclusivamente una opinión personal de los encuestados.

Dominio 3: participación del personal humano y ambiente institucional

Hasta el 70.3% (26) reportaron alteración de su salud mental y física ([Fig. 1](#)). El 30% (11) registraron afectación de su formación por la disminución de procedimientos o la realización de actividades no propias de su curso. Solo el 81% (30) mencionaron miedo al contagio, y el 19% (7) reportaron percepción de deshumanización. La falta de personal médico acompañado de ausentismo laboral fue reportada por el 54% (19).

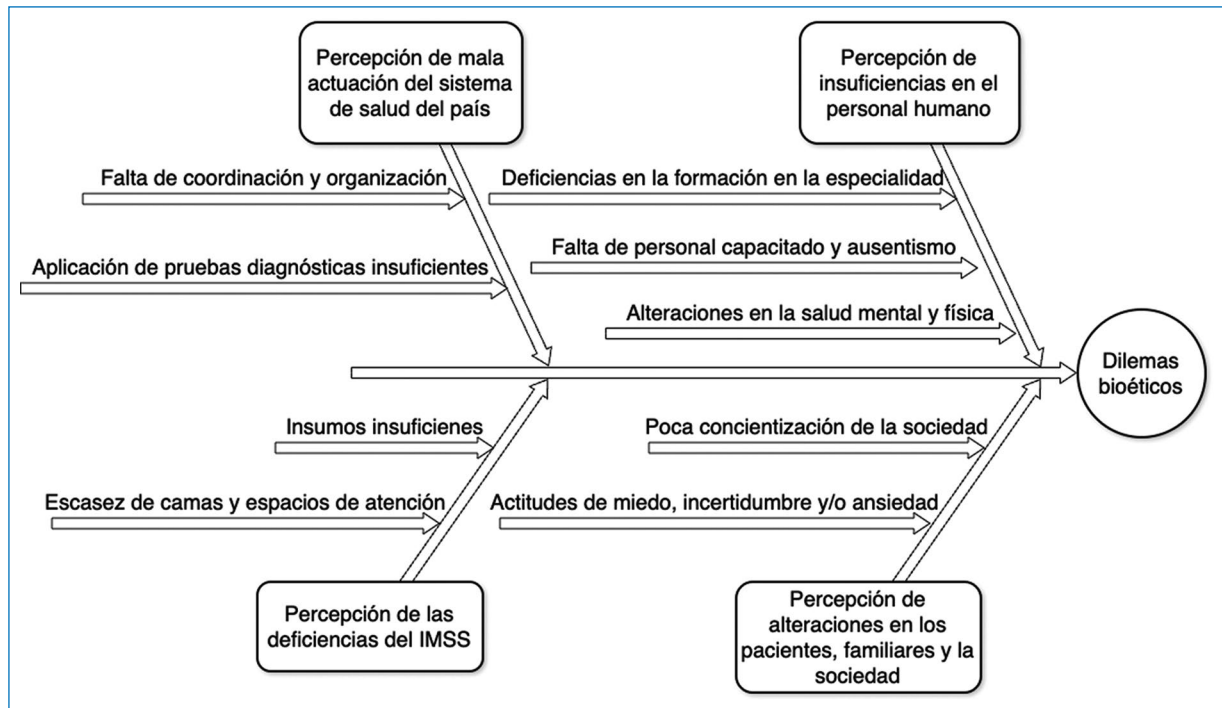


Figura 2. Dilemas éticos causados por la percepción de los residentes durante la atención de la pandemia de COVID-19 (diagrama de Ishikawa).

Dominio 4: sobre la percepción sentida de pacientes, sus familiares o la sociedad en general

El 70.3% de los médicos encuestados percibieron poca concientización de la sociedad. Se identificaron actitudes de miedo, incertidumbre o ansiedad en pacientes y familiares hasta en un 91.9%.

Discusión

Este estudio ofrece una muestra de la mirada profunda y crítica de los médicos en especialización en un hospital terciario en Puebla sobre su experiencia durante la pandemia de COVID-19. Las opiniones reflejan la complejidad y los desafíos que enfrentaron estos profesionales de la salud, marcados por la escasez de recursos, la incertidumbre científica y el elevado riesgo de contagio.

La información se obtuvo por trabajos finales tipo ensayo realizados en diciembre de 2020 por médicos residentes dentro de su curso universitario de bioética.

Como todo el sistema de salud en el país, los residentes fueron integrados en situaciones críticas durante la pandemia, exponiendo su propia salud e inclusive su vida. Cumplen un papel fundamental en el combate

contra las enfermedades y con recursos limitados, tanto para los pacientes como para el personal de salud⁷.

Como se muestra en la figura 2, la participación del IMSS en la atención de la pandemia involucró decisiones éticas complejas que continúan en el centro de múltiples debates bioéticos. Se requirió la implementación del equilibrio entre la distribución justa de los recursos, la autoprotección y la del equipo de salud, y la protección y el salvamento de vidas^{8,9}.

En el dominio 1 de este estudio resaltan las percepciones sobre la carencia de insumos médicos necesarios para atender la alta demanda de pacientes. Esto representó un problema mundial y puso en riesgo al personal de salud en la primera línea de atención a pacientes con COVID-19 en muchos países. Se conjugaron factores como el desconocimiento de la patología, la implementación de condiciones indispensables y frecuentemente precarias de atención, la valoración insuficiente o exagerada de los riesgos y de las consecuencias, y la sobredemanda con afectaciones en los suministros¹⁰.

México no fue la excepción, y lo resintió más al ser un país en vías de desarrollo y fuera de las cadenas de comercio de gran poder económico¹¹. La capacidad de acción en la atención a la salud en los periodos

iniciales de mayor incidencia se vio limitada por situaciones como la disponibilidad insuficiente de áreas y camas COVID-19. Ello ocasionó los consecuentes dilemas en el principio ético de beneficencia^{12,13}.

La afectación emocional por falta de preparación hacia un proceso desconocido y la desatención a enfermedades crónicas se incluyeron en el dominio 2. Estas percepciones fueron reportadas a pesar de la implementación de estrategias de capacitación permanente en las instituciones involucradas. Probablemente, la incertidumbre que prevaleció en aquellos momentos frente a una pandemia de tal magnitud influyó en ello.

El ausentismo no programado (faltas, permisos, afecciones de salud y licencias laborales) y la inevitable insuficiencia de personal para la atención del volumen de pacientes afectados reflejan las opiniones reportadas¹⁴.

Se evidenció la necesidad de fortalecimiento del sistema público de salud, que incluya una gestión eficiente de los insumos, un incremento del recurso humano profesional y su capacitación adecuada, y unos criterios de priorización y protocolos óptimos.

El debate aparece en las siguientes interrogantes: ¿cuánto puedo hacer con lo que se tiene? y ¿cuánto más podría hacer teniendo más recursos y conocimientos?¹⁵. Los médicos encuestados relacionaron este dominio con el principio ético de no maleficencia y justicia, aplicado a ellos mismos debido al ambiente estresante y la exigencia de actividades fuera de sus áreas¹⁶.

En el dominio 3, todos los residentes reportaron un temor creciente al contagio, que se reflejó en el aumento de las ausencias laborales. Los médicos en formación fueron uno de los sectores más afectados por la pandemia en todo el mundo.

La obligación institucional de asignarlos a áreas de atención COVID-19 generó consecuencias en las actividades formativas, como suspensión de procedimientos y de actividades específicas de su especialidad^{17,18}.

Además, se puso a prueba la capacidad de adaptación y resiliencia de los médicos en formación, como la del sistema de atención entero¹⁹. Por otra parte, la decisión de algunos médicos adscritos de solicitar una incapacitación o renuncia laboral refleja la autonomía individual frente a un riesgo personal significativo²⁰. Sin embargo, ello también contribuyó con la sensación de abandono y falta de apoyo institucional causante de pánico ante contagios, y su vínculo con el principio de justicia como se mencionó anteriormente.

Se destacan las asignaciones en áreas COVID-19 y las limitaciones en la toma de decisiones²¹. Su jerarquía era frecuentemente menor que la de los médicos

generales con poca o nula experiencia en pacientes hospitalizados.

La insuficiencia inicial de vacunación para el personal de salud generó una percepción de falta de empatía institucional, y resentimiento en los residentes por su compromiso ético y humanitario.

La situación descrita afectó de forma negativa la moral y el bienestar de los residentes, que reportaron actitudes de frustración e impotencia en la atención a los pacientes. Los dilemas éticos de la atención condujeron a emociones de inconformidad e insatisfacción ante decisiones médicas percibidas como cuestionables, y a un impacto significativo en su desarrollo profesional y emocional.

La pandemia expuso la necesidad de fortalecer la formación en bioética para todos los profesionales de la salud. La reflexión ética sobre las obligaciones y los derechos de quienes intervienen en la atención, incluyendo autoridades, personal operativo y de apoyo, e incluso administrativos, es fundamental en la recapitulación de la experiencia que ocasionó la pandemia.

En el dominio 4 hubo dos realidades contrastantes: la subestimación inicial de la pandemia por la población debido al desconocimiento de la enfermedad, que provocó un aumento de los contagios y una sobrecarga de servicios de salud, y por otro lado la respuesta heroica del personal sanitario que enfrentó la crisis con valentía y profesionalismo a pesar de las muchas adversidades²².

Surgieron paradigmas nuevos, como el síndrome de *burnout*, y trastornos físicos y mentales secundarios, como trastornos del sueño, depresión y distimia, entre el personal sanitario²³. Las diferencias en las condiciones de atención entre los sistemas públicos y privados (con una demanda inequitativa) es otro aspecto a considerar en un estudio próximo sobre la experiencia con la COVID-19²⁴.

El análisis de las opiniones y percepciones de los residentes permitirá identificar oportunidades de mejora y formular propuestas concretas para fortalecer la atención sanitaria y el bienestar de este grupo fundamental del personal médico.

En cuanto a las propuestas de mejoras en la institución, incluyen desarrollar un plan de estrategias para contingencias y la implementación de protocolos en beneficencia de los pacientes. Las áreas de oportunidad identificadas son la organización del triaje, roles bien estructurados, servicios de imagenología y laboratorio, así como un sueldo justo; ideas que proponen para la mejora en la atención.

En situaciones como la pandemia de COVID-19 surge el dilema de la distribución de unos recursos médicos

limitados entre pacientes con necesidades urgentes. La respuesta es la aplicación de un criterio basado en principios bioéticos para evitar discriminaciones, y que la selección de pacientes sea acorde con la mayor probabilidad de supervivencia y las menores secuelas. El foco prioritario debe ser salvar la mayor cantidad de vidas en las mejores condiciones posible. La implementación del triaje resultante se aplicó en situaciones extremas cuando no había otras alternativas²⁵.

Por otra parte, los residentes coinciden en aprovechar la experiencia para crear equipos multidisciplinarios para asesoramiento y atención de calidad óptima; también en la necesidad de una alimentación adecuada y descanso para los equipos de atención, para así mejorar el cuidado del personal de salud, que es parte de sus derechos²⁶.

Es importante destacar que la comorbilidad presente en el país afectó la perspectiva de la pandemia de COVID-19, influenciando los datos y las opiniones de los residentes. Entre las principales afecciones en comorbilidad que incrementan la gravedad de la enfermedad destacan la diabetes, la hipertensión y la obesidad. México cuenta con cerca de 14.6 millones de personas con diabetes, representando el 18.3% de la población²⁷. De la población adulta, casi la mitad padecen hipertensión, es decir, 49.2 millones de personas²⁸. Y el 36% de la población adulta muestra obesidad²⁹.

Las personas con diabetes tienen un riesgo dos veces mayor de morir por COVID-19, y aquellas con obesidad tienen un riesgo 1.5 veces mayor. La hipertensión también potencia el riesgo de muerte, especialmente en los pacientes de edad avanzada^{30,31}.

Estas patologías alteran el sistema inmunitario, incrementan la susceptibilidad a la infección por SARS-CoV-2 y dificultan la reacción contra el virus. Además, favorecen complicaciones graves como neumonía, insuficiencia respiratoria y fallo multiorgánico, con alta probabilidad de muerte³².

Con esta comorbilidad se incrementaron los casos graves y provocaron un manejo más complejo y delicado. Ello empeoró el impacto de la pandemia e incrementó la percepción de «mal manejo» en el personal de salud. Sin embargo, el impacto en México fue menos severo que en otros países de América Latina³³.

Los hallazgos de este estudio exponen las oportunidades de mejora del sistema de salud mexicano, del cual forma parte el IMSS, en términos de organización, coordinación y disponibilidad de insumos médicos. También resultan fundamentales para una adecuada planificación futura y la toma de decisiones informadas por un precedente en el ámbito sanitario de México.

Llama la atención la escasez de trabajos referentes a los dilemas bioéticos percibidos por el personal de atención a la salud. Estas experiencias destacan la necesidad de fortalecer la formación en bioética de los profesionales de la salud, brindándoles herramientas para afrontar situaciones éticas complejas y poder tomar decisiones responsables en entornos de incertidumbre.

Se requiere un enfoque integral que aborde las deficiencias del sistema de salud, fortalezca la formación bioética del personal médico y promueva un ambiente de trabajo colaborativo y respetuoso en el que los residentes puedan desarrollar su potencial y contribuir a una atención médica de calidad.

Conclusiones

La mayoría de los ensayos bioéticos de los médicos residentes coincidieron en que debe promoverse un fortalecimiento del sistema de salud del país. El adiestramiento del personal de salud en emergencias sanitarias que incluya los aspectos bioéticos y el equipamiento de las unidades médicas son indispensables en estos entornos. Este trabajo no refleja la experiencia extensa en todo el país, pero constituye un primer acercamiento a la situación vivida durante la pandemia de COVID-19.

Financiamiento

Los autores declaran no haber recibido financiamiento para este estudio.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Consideraciones éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad, consentimiento informado y aprobación ética. Los autores han seguido los protocolos de confidencialidad de su institución, han obtenido el consentimiento informado de los pacientes, y cuentan con la aprobación del Comité de Ética. Se han seguido las recomendaciones de las guías SAGER, según la naturaleza del estudio.

Declaración sobre el uso de inteligencia artificial.

Los autores declaran que no utilizaron ningún tipo de inteligencia artificial generativa para la redacción de este manuscrito.

Bibliografía

- Centers for Disease Control and Prevention. About COVID-19. Atlanta: CDC; 2024. Disponible en: <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/your-health/about-covid-19.html>
- Duque-Molina C, Avilés-Hernández R, Borrayo-Sánchez G. Transformación del IMSS desde la perspectiva de la atención médica. IMSS; 2023. Disponible en: <https://www.imss.gob.mx/sites/all/statics/coleccion-80/L5-Transformacion-del-IMSS.pdf>
- Zamudio-Villarreal J. La función de los médicos residentes según las leyes mexicanas. *Rev Evid Invest Clin*. 2011;4:5-6.
- Casas-Patiño D, Rodríguez-Torres A, Casas-Patiño I, Galeana-Castillo C. Médicos residentes en México: tradición o humillación. *Medwave* cl 2013. Disponible en: <https://www.medwave.cl/revisiones/analisis/5764.html>.
- Secretaría de Salud. 037. Pandemia de COVID-19 impactó salud mental de la población y del personal médico. *gob.mx*; 2024. Disponible en: <https://www.gob.mx/salud/prensa/037-pandemia-de-covid-19-impacto-salud-mental-de-la-poblacion-y-del-personal-medico?idiom=es#:~:text=Sin%20duda%2C%20la%20pandemia%20de,Salud%2C%20Juan%20Manuel%20Quijada%20Gayt%C3%A1n>
- Domínguez-Roldán JM. La calidad en medicina como obligación deontológica. *Cuadernos de Bioética*. 2023;34:163-71.
- Pérez G, Ángel M. Los principios de la bioética y la inserción social de la práctica médica. *Admin Sanit*. 2006;4:341-56.
- Camargo-Rubio RD. Visión holística de la bioética en la pandemia COVID-19. *ACCI*. 2022;22:S79-92.
- Camargo-Rubio RD. Los aspectos morales bioéticos y científicos guían las decisiones en el contexto de recursos escasos durante la pandemia por COVID-19. *ACCI*. 2021;21:212-20.
- Organización Mundial de la Salud. La escasez de equipos de protección personal pone en peligro al personal sanitario en todo el mundo. OMS; 2020. Disponible en: <https://www.who.int/es/news/item/03-03-2020-shortage-of-personal-protective-equipment-endangering-health-workers-worldwide>
- Von-Roehrich de la Isla CD. *Gob.mx*; 1980. Disponible en: https://www.congresocdmx.gob.mx/archivos/parlamentarios/PPA_30_27_26_10_2021.pdf
- López-Vélez LE, Zuleta-Salas GL. El principio de beneficencia como articulador entre la teología moral, la bioética y las prácticas biomédicas. *Franciscanum*. 2020;62:1-30.
- Cortés-González RE. La falta de personal médico en México en el contexto de la pandemia de Covid-19: ¿el programa de medicina para graduados es la solución? *Salud Publica Mex*. 2021;63:464-5.
- Mancilla-Rodríguez SM, Olvera-Muñoz B. ¿México está preparado para el COVID-19? *ESTR*. 2020;7:26-31.
- Ruiz-Hornillos J, Albert M, Real de Asua D, Herrera-Abián M, Beriain IM, Guillén-Navarro E. Priorización de recursos sanitarios en contextos de escasez. *Informe SESPAS 2022. Gac Sanit*. 2022;36 (Supl 1):S51-5.
- Pachón-Briceño LM. La importancia de la no maleficencia en la praxis clínica. Pontificia Universidad Javeriana; 2021. Disponible en: https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/56400/Tesis_Luz%20Mery%20Pachon.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Olortegui-Yzu A, Fernández-Coronado R. Percepciones de los médicos residentes sobre el desarrollo del programa de residentado de cardiología durante la pandemia por COVID-19 en Lima, Perú. *Arch Peru Cardiol Cir Cardiovasc*. 2022;3:145-52.
- Cerdán-Santacruz DM, Arias-Rivas S, Eguía-del Río P, Escamilla-Sevilla F, Ezpeleta-Echavarrí D, García-Azorín D, et al. Repercusión de la pandemia por COVID-19 en la formación de los residentes de neurología españoles. *Neurol Perspect*. 2021;1:124-30.
- Maestre-Maroto MA. La resiliencia como predictor del impacto negativo (depresión, ansiedad y estrés) del COVID-19 en médicos de atención primaria. *Semergen*. 2022;48:101813.
- Cadavid GJ. Autonomía y consentimiento informado: principios fundamentales en bioética. *CES Odontol*. 2009;18:59-64.
- Ordoñez-González I, Basurto MA. La atención primaria a la salud durante la pandemia COVID-19 en México. *Rev Med Inst Mex Seguro Soc*. 2023;61:509-15.
- Muñoz-Fernández SI, Molina-Valdespino D, Ochoa-Palacios R, Sánchez-Guerrero O, Esquivel-Acevedo JA. Estrés, respuestas emocionales, factores de riesgo, psicopatología y manejo del personal de salud durante la pandemia por COVID-19. *APM*. 2020;41:127-36.
- Valencia-González EG, Correa-Sinche DA, Pazmiño-Cruz VK. Síndrome de burnout en personal de salud que brinda atención a pacientes con COVID-19. *Rev Sci*. 2021;6:144-62.
- León Correa FJ. Justicia y bioética ante las desigualdades en salud en Latinoamérica. *Rev Colomb Bioet*. 2010;5:85-99.
- Tudela Cuenca J, De los Ríos Uriarte ME, Hernández González JA. Distribución ética de recursos, cuidados paliativos y otros aspectos bioéticos de relevancia en tiempos de pandemia en México. *Med Etica*. 2022;33:473-504.
- Cerna M. Los derechos humanos en las residencias médicas. *Act Ped Hond*. 2024;13(1).
- Instituto Nacional de Salud Pública. Prevalencia de obesidad, hipertensión y diabetes para los municipios de México 2018. INEGI; 2023. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/investigacion/pohd/2018>
- Instituto Nacional de Salud Pública. Resultados de la ENSANUT 2020-2023 [Internet]. Disponible en: <https://www.insp.mx/aviso/presentan-resultados-de-la-ensanut-2020-2023> [citado 18 de febrero de 2025].
- Instituto Nacional de Salud Pública. Resultados de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2022. 2023. Disponible en: <https://www.insp.mx/aviso/prevalencia-de-prediabetes-y-diabetes-en-mexico-ensanut-2022>
- Drake TM, Riad AM, Fairfield CJ, Egan C, Knight SR, Pius R, et al. Characterisation of in-hospital complications associated with COVID-19 using the ISARIC WHO Clinical Characterisation Protocol UK: a prospective, multicentre cohort study. *Lancet*. 2021;398:223-37.
- Zhou F, Yu T, Du R, Fan G, Liu Y, Liu Z, et al. Clinical course and risk factors for mortality of adult inpatients with COVID-19 in Wuhan, China: a retrospective cohort study. *Lancet*. 2020;395:1054-62.
- Vo AD, La J, Wu JT-Y, Strymish JM, Ronan M, Brophy M, et al. Factors associated with severe COVID-19 among vaccinated adults treated in US Veterans Affairs hospitals. *JAMA Netw Open*. 2022;5:e2240037.
- Gómez A. Seis países latinoamericanos, entre los más afectados por el Covid-19. *France24*. 2020. Disponible en: <https://www.france24.com/es/20200825-seis-paises-america-latina-afectados-mundo-covid19>

Traducción y adaptación transcultural del Duke Misophonia Questionnaire (DMQ) para población mexicana

Translation and cross-cultural adaptation of the Duke Misophonia Questionnaire (DMQ) for Mexican population

Laura Hernández-Gómez¹ , Mirna G. Calderón-Medrano² , Moisés A. Martínez-Cabrera¹ 
y Ma. del Consuelo Martínez-Wbaldo^{3*} 

¹Servicio de Audiología, Instituto Nacional de Rehabilitación Dr. Luis Guillermo Ibarra Ibarra, Secretaría de Salud; ²Servicio Particular; ³Unidad de Investigación Sociomédica, Instituto Nacional de Rehabilitación Dr. Luis Guillermo Ibarra Ibarra, Secretaría de Salud. Ciudad de México, México

Resumen

Antecedentes: La misofonía es considerada un trastorno neurofisiológico y del comportamiento complejo de origen multifactorial, caracterizado por una hiperreactividad fisiológica, emocional y conductual ante sonidos específicos. Una variante que impide comparar datos de otros estudios es el tipo de instrumento utilizado para evaluar a los sujetos, pues actualmente existe una diversidad de ellos elaborados en otros países angloamericanos que requieren su adaptación transcultural, debido a que no existe este proceso para población mexicana. **Objetivo:** Realizar la traducción y adaptación transcultural del Duke Misophonia Questionnaire (DMQ) al español mexicano. **Material y métodos:** Se trata de un estudio con diseño de validación de instrumentos del cual se realizará la primera fase del proceso, denominada «traducción y adaptación cultural», de acuerdo con el método de Ramada-Rodilla sobre traducción, adaptación cultural y validación, consistente en traducción directa, síntesis, traducción inversa, consolidación por comité de expertos y pretest. **Resultados:** Se obtuvo una versión traducida y adaptada culturalmente para la población mexicana. El cuestionario final cuenta con una congruencia semántica, experimental, conceptual e idiomática. **Conclusiones:** Se obtuvo un cuestionario traducido y adaptado al español mexicano, concluyendo la primera fase del procedimiento para la traducción, la adaptación cultural y la validación de cuestionarios. En este punto se puede continuar con la segunda fase de validación.

Palabras clave: Misofonía. Población mexicana. Validación. Transcultural.

Abstract

Background: Misophonia is considered a complex neurophysiological and behavioural disorder of multifactorial origin, characterised by physiological, emotional and behavioural hyper-reactivity to specific sounds. A variant that prevents comparison of data from other studies is the type of instrument used to evaluate the subjects; currently there is a diversity of instruments developed in other Anglo-American countries that require cross-cultural adaptation, since this process does not exist for the Mexican population. **Objective:** The translation and cross-cultural adaptation of the Duke Misophonia Questionnaire (DMQ) into Mexican Spanish. **Material and methods:** This is a study with an instrument validation design in which the first phase of the process called Translation and Cultural Adaptation will be carried out in accordance with the Ramada-Rodilla method on translation, cultural adaptation and validation, consisting of translation direct, synthesis, reverse translation, consolidation by committee of experts and pre-test. **Results:** A translated and culturally adapted version was obtained for the Mexican population.

*Correspondencia:

Ma. del Consuelo Martínez-Wbaldo
E-mail: mmartinez@inr.gob.mx

Fecha de recepción: 28-01-2025

Fecha de aceptación: 07-02-2025

DOI: 10.24875/AMH.M25000102

Disponible en internet: 04-04-2025

An Med ABC. 2025;70(1):36-48

www.analesmedicosabc.com

0185-3252 / © 2025 Asociación Médica del Centro Médico ABC. Publicado por Permanyer. Este es un artículo open access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

*The final questionnaire has semantic, experimental, conceptual and idiomatic congruence. **Conclusions:** A questionnaire translated and adapted to Mexican Spanish was obtained, which concludes the first phase of the procedure for the translation, cultural adaptation and validation of questionnaires. At this point you can continue with the second validation phase.*

Keywords: *Misophonia. Mexican population. Validation. Transcultural.*

Introducción

La misofonía es considerada un trastorno neurofisiológico y del comportamiento complejo de origen multifactorial, caracterizado por una hiperreactividad fisiológica, emocional y conductual ante sonidos específicos¹.

Existe un debate sobre si se trata de un trastorno psiquiátrico o auditivo, debido a que en el primero hay una asociación con depresión y ansiedad², y suele presentar comorbilidad como trastorno de estrés post-traumático, trastorno obsesivo compulsivo y trastorno de personalidad obsesivo compulsivo, por lo que podría considerarse un trastorno psiquiátrico discreto³. Y con respecto al auditivo, existe controversia, pues algunos autores refieren que no hay una relación con alteraciones auditivas, puesto que personas con audición normal lo presentan⁴, lo cual se explica porque en la misofonía la fuerza de reacción de un individuo ante el sonido está determinada parcialmente por las características físicas del sonido y depende en gran medida de factores no auditivos, mientras que otros postulan que hay mecanismos que implican conexiones funcionales entre el sistema auditivo y los sistemas nerviosos límbico y autónomo^{1,5}, lo que muestra que el mecanismo de la misofonía no está dentro de las vías auditivas, sino en las conexiones funcionales de las vías auditivas con otros sistemas del cerebro, como es la vinculación entre la actividad neuronal de la corteza visual, la corteza temporal, la amígdala y la ínsula anterior para localizar correlatos neuroanatómicos de la misofonía⁶.

Aún quedan muchas preguntas por responder sobre la definición y los criterios de diagnóstico, pero se sugiere que los reflejos condicionados subconscientes que vinculan el sistema auditivo con otros sistemas del cerebro son los mecanismos centrales de la misofonía. Se han realizado estudios con imágenes en los que se ha vinculado una mayor actividad neuronal de la corteza visual, la corteza temporal, la amígdala y la ínsula anterior para localizar correlatos neuroanatómicos de la misofonía⁷. Los estudios basados en resonancia magnética identificaron mayores volúmenes de sustancia blanca en el hemisferio izquierdo en el fascículo fronto-occipital inferior, radiación talámica anterior y el cuerpo del cuerpo calloso que conecta las circunvoluciones frontales superiores bilaterales, lo que sugiere

que estas alteraciones biológicas pueden estar relacionadas con diferencias en el procesamiento socioemocional, el reconocimiento del afecto facial y la atención a la información afectiva⁸.

Actualmente no existe un consenso sobre la definición de la misofonía, ya que no ha sido contemplada de manera oficial como trastorno clínico o psicopatológico, por lo que no está clasificada en el Manual diagnóstico y estadístico de los trastornos mentales 5.^a edición (DSM-5) ni en la Clasificación Internacional de Enfermedades 11.^a edición (CIE-11)⁹, debido a que es una afección nueva en proceso de exploración caracterizada por presentar emociones como ira y disgusto acompañadas de contracción muscular y aumento de la frecuencia cardíaca ante sonidos específicos, como masticar, respirar o escribir, hacer clic con un bolígrafo o tamborilear los dedos, entre otros, lo que conlleva sufrimiento y mala calidad de vida para quien la padece¹⁰. La misofonía también se conoce como síndrome de sensibilidad selectiva¹¹, pues sus reacciones se ven influenciadas por la propia historia del sujeto, la evaluación subjetiva del sonido, sus creencias sobre un inminente peligro, así como su perfil psicológico y el contexto donde aparece el sonido¹².

Aún no hay suficientes instrumentos para evaluar la gravedad de este padecimiento ni estrategias para su tratamiento eficaz; sin embargo, se ha estudiado por medio de un nuevo paradigma que considera las variables emocionales, fisiológicas, morfológicas y sociales, cuyos resultados muestran una relación entre la estructura craneomandibular y la misofonía y una relación positiva entre el padecimiento y la ansiedad¹³. La misofonía puede iniciar en la infancia y la adolescencia, en la edad adulta o a lo largo de la vida¹⁴; en su evolución se reporta que puede mejorar, empeorar o mantenerse sin cambios¹⁵.

Aunque no se conoce con precisión la prevalencia de la misofonía, debido a la falta de criterios diagnósticos estandarizados y el uso de diversos instrumentos para detectarla, existen estimaciones aproximadas sobre su prevalencia. En los Estados Unidos de América se refiere un 3% de la población general y un 92% de sujetos con baja tolerancia a los sonidos la presentan, por lo que se considera infradiagnosticada¹⁶. En Florida, de 500 universitarios, el 19.90% la presentaron¹⁷. De acuerdo

con su gravedad moderada, se halló en un 6% de una muestra de 415 sujetos que cumplieron los criterios clínicos para identificarla¹. En Ankara, Turquía, la prevalencia reportada es del 12.8% en población general¹⁸. Hasta el momento, algunos estudios han informado un predominio en el sexo femenino, pero en general no se han encontrado diferencias entre sexos, por lo que se requieren más estudios para confirmarlo¹⁹.

Otros autores estiman que un 3% de los sujetos con acúfenos presentan este padecimiento²⁰, y en relación con la baja tolerancia al ruido la pueden presentar hasta el 15%²¹. Algunos informes se basan solo en la medición de síntomas, por lo que la credibilidad de estos resultados es limitada²². Otra variante que impide comparar datos es el tipo de instrumento utilizado para evaluar a los sujetos. Actualmente existe una gran diversidad de los mismos, desde cuestionarios autoadministrados hasta aquellos dirigidos a medir su gravedad y las deficiencias asociadas. Las limitaciones estriban en permitir solo la opinión de los expertos en la creación de instrumentos, o centrarse en los síntomas y el deterioro funcional, además que varias de estas herramientas están en proceso de validación²³. Entre las que destacan se encuentran las siguientes:

- Escala de Misofonía de Ámsterdam (A-MISO-S): se utiliza para medir la intensidad y su influencia en el funcionamiento social, la ira y los esfuerzos para inhibir los impulsos agresivos. Está diseñada a partir de otra escala que mide el trastorno obsesivo-compulsivo³.
- MisoQuest: validado basándose en criterios diagnósticos propuestos en otros estudios. Descarta la conducta violenta en respuesta a desencadenantes misofónicos como síntoma de misofonía con alta fiabilidad²⁴.
- Cuestionario de Misofonía (MQ): compuesto por una escala de síntomas, emociones y conductas, así como de gravedad, evalúa la sensibilidad a los sonidos. Es ampliamente utilizado^{25,26}.
- *Misophonia Response Scale* (MRS): cuestionario autoadministrado diseñado y validado para medir la magnitud de respuesta ante estímulos inocuos, así como ante estímulos auditivos, olfativos, visuales y táctiles²⁷.
- Escala del Síndrome de Sensibilidad Selectiva al Sonido (S-Five): se encuentra en desarrollo y proceso de validación. Está constituida por cuatro factores: internalización de valoraciones, evaluaciones externalizadas, percepción de la amenaza y conducta de evitación²⁸.
- Escala de Misofonía de Sussex para Adolescentes (SMS-Adolescent): validada para aplicar en niños y adolescentes de 10 a 14 años, hay una versión adaptada

de la escala para adultos cuyo diseño permite medir la frecuencia en población general y conocer sobre antecedentes familiares, síntomas y características de respuesta²⁹.

- *Duke Misophonia Questionnaire* (DMQ): cuestionario autoadministrado diseñado recientemente para ayudar a abordar las limitaciones existentes. Permite evaluar la misofonía, su gravedad, impacto y manera de afrontamiento, en contextos clínicos y científicos o de investigación. Contiene 86 elementos e incluye nueve subescalas: 1) frecuencia de activación (16 ítems); 2) respuestas afectivas (5 ítems); 3) respuestas fisiológicas (8 ítems); 4) respuestas cognitivas (10 ítems); 5) afrontamiento antes (6 ítems); 6) afrontamiento durante (10 ítems); 7) afrontamiento después (5 ítems); 8) deterioro (13 ítems) y 9) creencias (14 ítems).

El DMQ es un autoinforme validado psicométricamente que utilizó un proceso iterativo para la generación de sus ítems, integrando sugerencias y comentarios directamente de personas con una alta gravedad de los síntomas y de sus familiares, con la intención de disminuir los sesgos y las suposiciones de los investigadores. La participación de la comunidad con misofonía en este proceso ayudó a dar forma y refinar el lenguaje específico utilizado en las instrucciones y el formato para ayudar en la aceptabilidad de su uso en entornos clínicos. Se recomienda que el punto de corte se utilice como un indicador clínico de posible caso, no como un diagnóstico *per se*. Los niveles de deterioro indicados por las puntuaciones de la subescala de deterioro del DMQ se clasifican como mínimo-leve con 0-13 puntos, moderado con 14-38 puntos y grave con 39-49 puntos³⁰.

Cuando se utilizan cuestionarios desarrollados en otros países e idiomas en estudios científicos, además de traducirlos es necesaria su adaptación cultural y validación, para lo cual se recomienda un proceso sistematizado que incluye dos etapas. La primera consiste en la adaptación cultural: traducción directa, síntesis y traducción inversa, consolidación de un comité de expertos y un pretest. La segunda etapa incluye validación (con hasta siete pasos): evaluación de la consistencia interna, fiabilidad intra- e interobservador, validez lógica, de contenido, criterio y constructo³¹.

Para la adaptación transcultural se recomienda el acuerdo del American Association of Orthopaedic Surgeons Outcomes Committee, realizada en dos etapas. En la primera, se registran los resultados de la evaluación de cuatro equivalencias transculturales por medio de preguntas hechas a los expertos:

- Equivalencia semántica:
 - ¿Las palabras significan lo mismo? (sí/no)
 - ¿Hay múltiples significados en el contenido de cada ítem?
 - ¿Hay dificultades gramaticales?
- Equivalencia idiomática:
 - ¿Hay modismos en la versión original con la actual?
 - ¿Qué modismo es difícil de comprender o no se usa en la población mexicana?
- Equivalencia experimental:
 - ¿En los ítems se presenta alguna actividad que no se realiza en México?
 - ¿En algún ítem se expresa una tarea que no se realiza en México y puede reemplazarse?
- Equivalencia conceptual:
 - ¿La comprensión de las instrucciones de llenado pueden ser comprendidas por una persona de escolaridad secundaria?
 - ¿Los ítems pueden ser entendidos por una persona de escolaridad secundaria?
 - ¿Las opciones de respuesta de cada ítem pueden ser entendidas por un sujeto de escolaridad secundaria?

En la segunda etapa se lleva a cabo la aplicación de la versión pretest a una muestra de sujetos, preguntándoles además su opinión sobre el contenido de la prueba y su comprensión de los ítems^{32,33}.

Debido a que el DMQ es la primera medida de autoinforme de misofonía que incluye subescalas confiables y válidas que reflejan una amplia gama de respuestas de afrontamiento a desencadenantes misofónicos antes, durante y después de estar expuesto a estos estímulos, que las intercorrelaciones de las subescalas han mostrado fuertes relaciones entre los constructos, y considerando que este cuestionario no presenta validez para ser aplicado en la población mexicana, el objetivo del presente estudio fue la traducción, la adaptación cultural y la validación del DMQ para la población mexicana.

Material y métodos

Se trata de un estudio con diseño de validación de instrumentos. Se siguió un proceso sistematizado recomendado por Ramada-Rodilla et al.³¹ consistente en la primera etapa, que incluye la adaptación cultural: traducción directa, síntesis, traducción inversa, consolidación por comité de expertos y pretest.

En la traducción directa e inversa participaron:

- Dos traductores directos cuya lengua materna es el idioma de destino (español), con un grado de inglés

B2 según el nivel del Marco Común Europeo de Referencia. Uno de los traductores tenía conocimientos de los objetivos del cuestionario y el otro no.

- Un traductor inverso cuya lengua materna es el idioma de origen (inglés), el cual trabajó de forma independiente, sin conocimientos previos sobre el tema y desconociendo los objetivos del estudio.

En la síntesis de las traducciones y la consolidación del pretest participó un comité de expertos integrado por:

- Un experto en metodología bilingüe, con experiencia en la adaptación cultural y la validación de instrumentos.
- Una lingüística bilingüe con experiencia en análisis de traducciones al español mexicano.
- Un médico audiólogo bilingüe con una experiencia mínima de 2 años en diagnóstico de la disminución a la tolerancia del sonido y la aplicación de cuestionarios médicos.

Para evaluar la comprensión de los ítems del pretest participaron 30 sujetos de edad y sexo indistintos, con una escolaridad mínima de secundaria completa, pacientes del servicio de audiología del centro donde se llevó a cabo el presente estudio.

El método se realizó para la traducción y adaptación transcultural del DMQ al idioma español de México. El primer paso fue la traducción directa, el segundo paso incluyó el análisis y la síntesis de las traducciones, el tercer paso consistió en la traducción inversa, el cuarto paso fue la consolidación por el comité de expertos, en el quinto paso se redactó el pretest y en último paso se aplicó el pretest para evaluar la comprensión de los ítems. Todo ello, según las recomendaciones de Ramada-Rodilla et al.³¹ que incluyen las equivalencias del American Association of Orthopaedic Surgeons Outcomes Committee.

Resultados

En relación con las dos traducciones directas, se realizó un análisis y síntesis de cada subescala incluyendo instrucciones generales y específicas, iniciando con la primera instrucción:

- Análisis: hubo discrepancia morfosintáctica en toda la traducción, presentando congruencia semántica en ambas traducciones.
- Síntesis: se realizaron cambios para la nueva traducción. Quedó así:

Las siguientes preguntas están relacionadas sobre la experiencia de sentirse muy molesto(a) cuando escucha cierto sonido o sonidos, incluso si estos no son muy fuertes. Pueden ser sonidos producidos por humanos o no, o el hecho de ver algo o alguien

haciendo un sonido que usted no alcance a escuchar (p. ej., ver de lejos a alguien que se está mordiendo las uñas).

De la subescala Frecuencia de activación, con 16 ítems:

– **Análisis:** solo hubo congruencia morfosintáctica en los puntos 10,12,14 y 16. La congruencia semántica se conserva en todos los ítems excepto en el ítem 7, en la que el traductor 1 (que conoce el objetivo del estudio) decide traducir «chasquidos de mandíbula» (que es la traducción literal, realizada por el traductor 2) por «chocar los dientes», que consideramos un concepto más conocido en nuestra población y presente dentro de los desencadenantes de misofonía.

– **Síntesis:** se conservó la traducción 1 en los ítems 1-4, ya que se considera que la redacción hace referencia de una forma más clara al sonido en específico, y en la traducción 2 se hace referencia a la persona que lo produce, quedando como:

Instrucción: Por favor, indique si los siguientes sonidos y/o imágenes (ver la acción que lo produce) le molestan mucho más a usted que a la mayoría de las personas:

1. *El sonido que hace la gente cuando come o bebe (p. ej., cuando mastica o sorbe).*
2. *Los sonidos que hace la gente con su nariz o garganta (p. ej., cuando olfatea, estornuda, resopla, tose o aclara la garganta).*
3. *Los sonidos que hace la gente con la boca cuando no está comiendo (p. ej., chasquear la lengua, respirar por la boca, roncar, silbar). Aquí se hace referencia al sonido que me parece correcto.*
4. *Los sonidos repetitivos hechos por personas (p. ej., teclear, golpetear la mesa con las uñas, hacer clics con el bolígrafo, escribir, hacer trabajo de construcción, usar maquinaria).*

En el ítem 5 se combina la redacción de ambas traducciones, obteniendo el siguiente:

5. *El sonido al arrugar o rasgar (p. ej., papel, plástico).*

En el ítem 6 se decidió sustituir la palabra «seseo» para referirnos a «silbido que produce la letra S», como indicó el traductor 1, y «sonidos silbantes de la letra S», como indicó el traductor 2:

6. *Sonidos que se producen al hablar (p. ej., el sonido de la letra P, el seseo que produce la letra S, alguien que habla con errores de pronunciación, voces muy agudas).*

Para el ítem 7 se decidió conservar la traducción 1:

7. *Los sonidos del cuerpo o las articulaciones (p. ej., tronar los dedos, chasquidos de las articulaciones, chocar los dientes).*

Para el ítem 8 se conservó la traducción 2 con la modificación de «manos una contra la otra» por «una mano contra la otra»:

8. *Sonidos por frotar objetos (p. ej., manos en los pantalones, una mano contra la otra, espuma de unisel con otra).*

Para los ítems 9 y 10 se utilizó la traducción 2:

9. *Pisotear o caminar ruidosamente (p. ej., taconeos, caminar con chanclas, etc.).*
10. *Sonidos apagados (p. ej., voces del otro lado de la pared, TV/música en otra habitación).*

Para el ítem 11 se conservó la traducción 1:

11. *El sonido de fondo de la gente hablando (p. ej., llamadas telefónicas en público, mucha gente hablando al mismo tiempo).*

Para el ítem 12 se conservó el concepto «tictac del reloj» de la traducción 2, y «ruido del aire acondicionado» y «ruido de agua corriendo» de la traducción 1, de la siguiente manera:

12. *Sonidos repetitivos o continuos que no realiza una persona (p. ej., el tictac del reloj, el ruido del aire acondicionado, el ruido del agua corriendo).*

Para los ítems 13, 14, 15 y 16, que presentaron congruencia morfosintáctica y semántica, quedó la redacción siguiente:

13. *Sonidos repetitivos hechos por un animal (p. ej., lamer, piar, ladrar, comer, beber).*
14. *Ver a alguien haciendo o a punto de hacer un sonido que le molesta, incluso si usted no lo escucha (p. ej., ver a alguien meter la mano a una bolsa de papitas, ver en la televisión a alguien comiendo con el sonido apagado).*
15. *Otro (por favor, descríbalos).*
16. *No hay sonidos específicos que me molesten mucho más que a otras personas.*

En la [tabla 1](#) se resumen los resultados de discrepancia semántica y morfosintáctica, donde el ítem 7 fue el único que no tuvo discrepancia semántica y los ítems 10,12,14 y 15 presentaron discrepancia morfosintáctica.

Ambas traducciones tienen congruencia al traducir como «puntuación» el resultado, por lo que en todo el cuestionario se optará por esta traducción.

Al final de esta parte y antes de todas las subescalas se pregunta sobre la frecuencia con que le molestaron los sonidos. Estas traducciones no presentaron discrepancia morfosintáctica ni semántica, por lo que no fue necesario modificaciones en la síntesis de estos ítems, los cuales quedaron como sigue ([Tabla 2](#)):

Tabla 1. Discrepancia semántica y morfosintáctica de los 15 ítems de la subescala Frecuencia de activación

Ítems	Discrepancia semántica		Discrepancia morfosintáctica	
	Sí	No	Sí	No
1	x			x
2	x			x
3	x			x
4	x			x
5	x			x
6	x			x
7		x		x
8	x			x
9	x			x
10	x		x	
11	x			x
12	x		x	
13	x			x
14	x		x	
15	x		x	

Tabla 2. Traducción de la tabla de valores para responder en cada ítem de las subescalas de la prueba

0	1	2	3	4
Nunca	Rara vez	A veces	Con frecuencia	Siempre/casi siempre

– Traducción 1 y 2:

En el mes pasado, en promedio, considerando todos los sonidos molestos, indique con qué frecuencia sintió molestia por un sonido o sonidos.

- Una vez al mes o menos.
- 2-3 veces a la semana.
- 1-3 veces a la semana.
- 4-7 veces a la semana.
- 2-5 veces al día.
- 6 o más veces al día.

– Así como la traducción 1 y 2:

Para las siguientes secciones, por favor utilice la escala a continuación.

Tabla 3. Resultados de la discrepancia semántica y morfosintáctica de los 10 ítems de la subescala Respuestas cognitivas

Ítems	Discrepancia semántica		Discrepancia morfosintáctica	
	Sí	No	Sí	No
1		x		x
2	x		x	
3	x			x
4	x		x	
5		x		x
6	x			x
7	x			x
8	x			x
9	x			x

En el análisis y síntesis de la segunda subescala, denominada Respuestas cognitivas (Tabla 3), las traducciones directas de esta parte mostraron:

– En el ítem 1 no hubo congruencia semántica ni morfosintáctica. La traducción literal de *helpless* es «indefenso», por lo que consideramos conservar la traducción 1:

1. *Estoy indefenso (a).*

– En los ítems 2 y 4 hubo congruencia semántica y morfosintáctica, por lo que no se hicieron cambios.

2. *Quiero llorar.*

4. *Todo es horrible.*

– En el ítem 3 no hubo congruencia morfosintáctica, pero sí congruencia semántica. Ambas traducciones hicieron referencia a que la persona busca detener el sonido desencadenante de la sensación de molestia. Se considera mejor entendimiento con la redacción de la traducción 2:

3. *¿Cómo hago para que este sonido se detenga?*

– En el ítem 5 no hubo congruencia semántica ni morfosintáctica. Por el contexto de lo que busca evaluar la subescala, se conservó la traducción 1:

5. *No soporto esto.*

– Para los ítems 6 y 7 hubo congruencia semántica, pero no morfosintáctica, es decir, la respuesta cognitiva descrita representó la misma acción redactada de forma distinta. Se decidió conservar la redacción de la traducción 1:

6. *Me tengo que alejar de este sonido.*

Tabla 4. Resultados de la discrepancia semántica y sintáctica de los 7 ítems de la subescala Respuestas fisiológicas

Ítems	Discrepancia semántica		Discrepancia morfosintáctica	
	Sí	No	Sí	No
1		x		x
2	x		x	
3	x			x
4	x		x	
5		x		x
6	x			x
7	x			x

7. *Haría lo que fuera por detener ese sonido.*

- Para los ítems 8, 9 y 10, la estructura morfosintáctica fue diferente, pero conservó la congruencia semántica; sin embargo, se observa una diferencia en el tiempo verbal de cuando esta presenta el estímulo, ya que se pretendió determinar la respuesta cognitiva en el último mes, por lo que se optó por la redacción de la traducción 1 como más apropiada:

8. *Pensé en gritarle o reclamarle a la persona que estaba haciendo ese sonido.*

9. *Pensé en empujar a la persona que estaba haciendo ese sonido.*

10. *Pensé en agredir físicamente a la persona que estaba haciendo ese sonido.*

Con respecto al análisis y la síntesis de la tercera parte de la prueba, denominada Respuestas fisiológicas (Tabla 4):

- Análisis: en todos los ítems hubo congruencia morfosintáctica y semántica. En los ítems 3, 5, 6, 7 y 8, las emociones como respuesta fisiológica que se describen en ambas traducciones se consideran sinónimos, por lo que no cambia el contexto semántico ni altera la estructura morfosintáctica.
- Síntesis: se consideró conservar los ítems 1 a 6 y 8 del traductor 1 y el ítem 7 del traductor 2, obteniéndose la redacción como sigue:
 1. *Me sentí enojado(a).*
 2. *Me sentí ansioso(a).*
 3. *Me sentí molesto.*
 4. *Sentí rencor.*
 5. *Entré en pánico.*
 6. *Me sentí agresivo(a).*

Tabla 5. Resultados de la discrepancia semántica y morfosintáctica de los 5 ítems de la subescala Respuestas afectivas

Ítems	Discrepancia semántica		Discrepancia morfosintáctica	
	Sí	No	Sí	No
1	x		x	
2	x			x
3	x		x	
4	x			x
5	x		x	

Tabla 6. Resultados de la discrepancia semántica y morfosintáctica de los 6 ítems de la subescala Afrontamiento antes

Ítems	Discrepancia semántica		Discrepancia morfosintáctica	
	Sí	No	Sí	No
1	x		x	
2	x		x	
3	x			x
4	x			x
5	x			x
6	x			x

7. *Me sentí nervioso(a).*

8. *Sentí impotencia.*

Los resultados del análisis y síntesis de los 5 ítems de la subescala Respuestas afectivas (Tabla 5) fueron:

- Análisis: en los ítems 1, 3 y 5 se observó congruencia morfosintáctica y semántica, mientras que en los ítems 3 y 5 no hubo congruencia en la estructura morfosintáctica, pero se conservó la congruencia semántica.
- Síntesis: se conservó la traducción 1. Quedó de la siguiente manera
 1. *Me quedé rígido(a) o inmóvil.*
 2. *Me puse a temblar o me estremecí.*
 3. *Mi corazón se aceleró.*
 4. *Comencé a respirar con intensidad o esfuerzo.*
 5. *Salté por reflejo.*

En el análisis y síntesis de la discrepancia semántica y morfosintáctica de los seis ítems relacionados con Afrontamiento antes (Tabla 6) se obtuvo:

Tabla 7. Resultados de la discrepancia semántica y morfosintáctica de los 10 ítems de la subescala Afrontamiento durante

Ítems	Discrepancia semántica		Discrepancia morfosintáctica	
	Sí	No	Sí	No
1	x		x	
2	x			x
3	x		x	
4	x		x	
5	x		x	
6	x		x	
7	x		x	
8		x		x
9		x		x
10		x		x

– Análisis: los ítems 1 y 2 conservaron la congruencia morfosintáctica y semántica. El ítem 2 difiere al «disimular» en la traducción 1 y «cubrir» en la traducción 2; sin embargo, en el contexto que se presenta se consideran sinónimos y no altera la estructura de la oración ni el contenido de esta. En los ítems 3 a 6 hay diferencias en la redacción, por lo cual no hay congruencia morfosintáctica, pero de igual manera se observa que el contenido no se altera y se conserva la congruencia semántica.

– Síntesis: se conservó la redacción de la traducción 1 en todos los ítems.

El análisis y síntesis de los 10 ítems del segmento Afrontamiento durante (Tabla 7) mostró:

– Análisis: en todos los ítems, excepto en el ítem 2, se observó congruencia morfosintáctica y semántica. En el ítem 2 las dos traducciones se consideran correctas, ambas consideran acciones de afrontamiento, pero por el contexto del ítem y para mejor entendimiento de este se optó por la traducción 1.

– Síntesis: se conservó la redacción de la traducción 1 en los 10 ítems.

En el análisis y síntesis de los 5 ítems del segmento Afrontamiento después (Tabla 8) se obtuvo:

– Análisis: los ítems 1 y 2 conservaron la congruencia morfosintáctica, pero no la congruencia semántica, ya que la traducción se refiere a un único sentimiento que se busca mejorar y en la misofonía las reacciones ante un estímulo pueden ser muy variables, por

Tabla 8. Resultados de la discrepancia semántica y morfosintáctica de los 5 ítems de la subescala Afrontamiento después

Ítems	Discrepancia semántica		Discrepancia morfosintáctica	
	Sí	No	Sí	No
1		x	x	
2		x	x	
3	x			x
4	x		x	
5	x			x

lo que se consideró que la traducción abarca todo el contexto.

– Síntesis: la redacción de los ítems quedó de la siguiente forma:

1. *Hice algo para sentirme calmado (p. ej., hice ejercicio, fui a algún lugar para calmarme, acaricié animales).*

2. *Escuché un sonido reconfortante (p. ej., ruido blanco, música).*

En el ítem 3 no hubo congruencia morfosintáctica y se conservó la congruencia semántica, por lo que se decidió conservar la redacción de la traducción 1:

3. *Hice ejercicios de relajación (p. ej., respiración profunda, meditación).*

Para los ítems 4 y 5 se decidió conservar la redacción de la traducción 1:

4. *Utilicé un objeto cuya vista, olor o tacto me calman (p. ej., observé una imagen relajante, aspiré un aroma o toqué una manta suave).*

5. *Pensé en estrategias que me ayuden a sobrellevar mejor la próxima vez.*

En el análisis y síntesis de la congruencia de las traducciones directas del segmento Deterioro, con 13 ítems (Tabla 9), se encontró lo siguiente:

– En el ítem 1 hubo congruencia morfosintáctica y no hubo congruencia semántica, pero debido al verbo que describe la acción en las traducciones, por el contexto de la escala, se decidió conservar la traducción 1.

– En los ítems 2, 4, 6, 7, 8, 10, 11, 12 y 13 hubo congruencia semántica y morfosintáctica, por lo que no fue necesario realizar modificaciones.

– En los ítems 5 y 9 hubo congruencia semántica, pero con diferencias en la redacción, y se decidió conservar la traducción 1.

Tabla 9. Resultados de la discrepancia semántica y morfosintáctica de los 13 ítems de la subescala Deterioro

Ítems	Discrepancia semántica		Discrepancia morfosintáctica	
	Sí	No	Sí	No
1		x	x	
2	x		x	
3	x		x	
4	x		x	
5	x		x	x
6	x		x	
7	x		x	
8	x		x	
9		x		x
10		x		x
11	x		x	
12	x		x	
13	x		x	

Tabla 10. Resultados de la discrepancia semántica y morfosintáctica de los 14 ítems de la subescala Creencias

Ítems	Discrepancia semántica		Discrepancia morfosintáctica	
	Sí	No	Sí	No
1	x		x	
2	x		x	
3	x			x
4	x		x	
5	x		x	
6	x		x	
7	x			x
8	x		x	
9	x		x	
10	x			x
11	x			x
12		x		x
13	x		x	
14	x			x

El análisis y síntesis de las traducciones directas de los 14 ítems de la subescala Creencias (Tabla 10) mostró:

– En los ítems 1, 4, 5, 6, 8,9 y 13 hubo congruencia semántica y morfosintáctica:

1. *Odio ser así.*

4. *Estoy loco(a).*

5. *Mis reacciones a los sonidos son irracionales.*

6. *Debería superarlo.*

8. *Soy débil.*

9. *Debería tener la capacidad de controlar mi reacción a estos sonidos.*

13. *Nadie puede ayudarme.*

– Los ítems 2, 3, 7,10, 11 y 14 mostraron diferencias en la redacción y congruencia semántica, por lo que se conservó la redacción de la traducción 1:

2. *La gente no me comprende.*

3. *Si los demás se enteran, me van a rechazar.*

7. *Esto no es justo.*

10. *Soy una carga para otros.*

11. *Ya debería saber cómo sobrellevar estas situaciones.*

14. *Mis problemas con el sonido van a afectarme toda la vida.*

– En el ítem 12 no hubo congruencia semántica ni morfosintáctica, por lo que se conservó la traducción 1:

12. *Mis problemas con el sonido van a empeorar con el tiempo.*

En resumen, durante el análisis se observó que el traductor 2, quien se encontraba ciego al estudio, realizó una traducción más literal que el traductor 1, que tenía conocimiento del objetivo del estudio. Por ello se obtuvo una mayor discrepancia morfosintáctica en las subescalas con ítems más desarrollados en estructura, como los de Frecuencia de activación, Respuestas cognitivas y Afrontamiento antes, en comparación con las subescalas que contienen ítems de respuestas simples, como la de Respuestas fisiológicas. Sin embargo, se observó una congruencia semántica en todas las subescalas por encima del 70%, excepto en la subescala de Afrontamiento después, para la cual el comité en conjunto determinó los ítems finales (Tabla 11).

Resultados de la primera valoración lingüística del primer pretest realizada por una experta en lingüística

El cuerpo del texto es adecuado para una comprensión lectora básica de la lengua española. De manera específica, cumple con competencias lingüísticas aptas para ser comprendidas desde la escolaridad elemental de nivel secundaria. Las categorías

Tabla 11. Congruencia morfosintáctica y semántica entre las dos traducciones directas

Subescala	Componentes	Con discrepancia morfosintáctica (%)	Sin discrepancia morfosintáctica (%)	Con discrepancia semántica (%)	Sin discrepancia semántica (%)
Frecuencia de activación	Instrucción + 16 ítems	70.59	29.41	5.89	94.11
Respuestas cognitivas	Instrucción + 10 ítems	72.73	27.27	18.19	81.81
Respuestas fisiológicas	Instrucción + 16 ítems	11.12	88.88	0	100
Respuestas afectivas	Instrucción + 5 ítems	50	50	0	100
Afrontamiento antes	Instrucción + 6 ítems	71.43	28.57	0	100
Afrontamiento durante	Instrucción + 10 ítems	45.46	54.54	27.28	72.72
Afrontamiento después	Instrucción + 5 ítems	50	50	33.34	66.66
Deterioro	Instrucción + 13 ítems	28.58	71.42	7.15	92.85
Creencias	Instrucción + 13 ítems	40	60	6.67	93.33
Instrucciones de ponderación de los ítems	2	0	100	0	100

gramaticales se utilizan de forma coherente en las construcciones morfosintácticas del instrumento. A continuación, se realizan observaciones particulares.

Se sugiere un ejercicio de revisión en los enunciados de exhortación al lector. Las indicaciones son comprensibles, pero el orden de las oraciones establecido en el texto afecta su coordinación o subordinación, haciéndolas confusas para el lector.

En el mismo rubro, se sugiere seleccionar un solo número gramatical para los sustantivos y modificadores de las indicaciones, y considerar variantes preposicionales para invitar a la lectura cohesiva del cuestionario:

- Caso 1: *Por favor califique hasta qué punto el sonido/ sonidos molestos y sus reacciones a ellos afectaron negativamente a los siguientes en el último mes en promedio* (extraído del texto).
- Sugerencia de edición en el caso 1: *Por favor califique, en promedio, hasta qué punto los sonidos molestos y sus reacciones ante ellos afectaron negativamente los siguientes rubros en el último mes.*

Los rubros del instrumento están redactados de forma adecuada, en concordancia con sus respectivos números y géneros gramaticales.

Finalmente, se sugiere hacer una revisión ortográfica y tipográfica según la 22.^a edición del Diccionario de la Real Academia Española, atendiendo el correcto uso de los signos de puntuación y acentuación en el cuerpo del texto.

Segunda valoración lingüística del primer pretest

El DMQ fue sometido a dos filtros de valoración según los elementos formales de la gramática de la lengua española, atendiendo con especial inquietud las estructuras morfosintácticas de sus enunciados, con el objetivo de lograr una lectura adecuada, cohesiva y congruente para el receptor. En función de los filtros de valoración, se establecieron las conclusiones siguientes:

- El instrumento cumple con las competencias lingüísticas aptas para ser comprendido desde la escolaridad elemental de nivel secundaria, con estructuras gramaticales adecuadas y dotadas de coherencia.
- Las estructuras morfosintácticas de los enunciados son congruentes gramaticalmente, haciéndolas aptas de manera formal y funcional.
- La revisión ortográfica y tipográfica fue aprobatoria, según la normatividad establecida en la 22.^a edición del Diccionario de la Real Academia Española.

Disponiéndose de las traducciones directas, la síntesis y la retrotraducción, se identificaron las discrepancias y se llegó a un único cuestionario consolidado final original, y se aseguró que dicho cuestionario fuera comprensible para una persona escolarizada con conocimientos equivalentes a nivel secundaria completa.

La versión pretest (aplicabilidad/viabilidad) se aplicó a 30 pacientes del servicio de audiología de la institución donde se ha realizado el presente estudio, invitándoles a

Tabla 12. Perfil sociodemográfico de los 30 sujetos participantes en la prueba piloto del pretest

Variables	n	%
Edad		
Promedio	39.7	
Desviación estándar	7.1	
Sexo		
Femenino	20	66.66
Masculino	10	33.33
Escolaridad		
Secundaria	5	16.66
Preparatoria	22	73.33
Licenciatura	3	10
Ocupación		
Comerciante	5	16.66
Profesionista	3	10
Empleado	8	26.66
Ama de casa	9	30
Estilista	1	3.33
Chofer	3	10
Ventas	1	3.33
Lugar de nacimiento y residencia		
Ciudad de México	24	80
Foráneo	6	20

comentar los ítems o partes de la escala con dificultad de entenderse. Se realizaría la revisión de cualquier pregunta del cuestionario si al menos el 15% de los participantes encontrarán dificultades en un ítem en especial.

La edad promedio de los participantes fue de 39.7 ± 7.1 años y el 66.66% eran de sexo femenino. La escolaridad de mayor prevalencia fue preparatoria, con un 73.33%, y la escolaridad mínima de secundaria correspondió al 16.66%. La ocupación de mayor prevalencia fue la de comerciante, con un 16.66%. El 80% de los sujetos eran originarios y residentes de la Ciudad de México (Tabla 12).

La comprensión de los ítems de todas las subescalas fue del 100%, obteniendo una equivalencia conceptual y experimental del pretest (Tabla 13), por lo que no se requirió realizar una segunda prueba piloto.

Como resultado de la traducción inversa y los cambios de la redacción al momento del análisis y síntesis de las traducciones directas, se obtuvieron variaciones en la morfosintaxis en comparación con la versión en el idioma original, pero conservando la congruencia semántica y la equivalencia idiomática.

Discusión

Actualmente, a pesar de los avances en la estandarización de las guías de adaptación transcultural, las

Tabla 13. Análisis de la primera prueba piloto

Subescala	Componentes	Entiendo (%)	No entiendo (%)
Frecuencia de activación	Instrucción + 16 ítems	100	0
Respuestas cognitivas	Instrucción + 10 ítems	100	0
Respuestas fisiológicas	Instrucción + 16 ítems	100	0
Respuestas afectivas	Instrucción + 5 ítems	100	0
Afrontamiento antes	Instrucción + 6 ítems	100	0
Afrontamiento durante	Instrucción + 10 ítems	100	0
Afrontamiento después	Instrucción + 5 ítems	100	0
Deterioro	Instrucción + 13 ítems	100	0
Creencias	Instrucción + 13 ítems	100	0
Instrucciones de ponderación de los ítems	2	100	0

revisiones sistemáticas más recientes (2013, 2015 y 2016) muestran aún un alto número de estudios que no describen, o no utilizan, la metodología recomendada para efectuarla^{31,32}. No hay un consenso sobre cuál es la mejor técnica para una adaptación transcultural, pero sí existe un acuerdo en la propuesta de llevar a cabo los siguientes pasos: traducción directa, traducción inversa (Material suplementario, Anexos 1 y 2), comité de expertos, prueba piloto y validación³³⁻³⁶; estos son los recomendados por Ramada Rodilla et al.³¹ y los que se han seguido en el presente estudio.

El proceso de validar un instrumento en otro idioma, conocido como «adaptación transcultural», es necesario, ya que muchos instrumentos son elaborados en países con culturas angloamericanas y requieren traducción al idioma del país donde se aplicarán^{37,38}. La ventaja de la adaptación de instrumentos al idioma español es que el vocabulario básico, la gramática y la sintaxis son entendidos por la mayoría de hispanohablantes, independientemente de su país o región de origen³².

El objetivo que persigue la adaptación de instrumentos de medición transcultural es obtener la equivalencia o el grado de traslape entre la cultura de origen y la de destino, que se divide en cinco tipos: de contenido, semántica, técnica, criterio y conceptual (mutuamente excluyentes)³⁹⁻⁴¹.

La equivalencia de contenido se refiere a la relevancia que cada ítem tiene para el fenómeno que se

estudia dentro de la cultura donde se aplique, siendo este sinónimo de equivalencia cultural^{36,42,43}. En el presente estudio se obtuvo esta relevancia, puesto que la misofonía es un padecimiento a estudiar en México y la aplicación de los ítems de esta prueba tiene su equivalente dentro de la cultura mexicana.

La equivalencia semántica implica que el significado de cada ítem (traducido) es el mismo en cada cultura³⁹. Cuando la sintaxis es muy literal, esta puede tener errores en el idioma destino, lo cual se corrige en la traducción directa-inversa, que requiere modificaciones gramaticales en la construcción de frases⁴⁴. Esto se logró en el presente estudio al medir la congruencia semántica y morfosintáctica entre las traducciones directas y elegir la traducción menos literal.

La equivalencia técnica permite corroborar si la forma de medir del instrumento es válida en ambas culturas^{39,43}, lo cual se logra por medio de la actuación del comité de expertos, cuyo rol es revisar, proponer y consensuar la versión prefinal del instrumento con el objetivo de lograr la equivalencia entre la versión de origen y la de destino^{37,38}, verificando la consistencia de las medidas cuantitativas de los instrumentos así como su existencia en la cultura donde se aplicarán, y proponiendo elementos alternativos en caso de ser necesarios⁴⁵. Esto se logró con la participación del comité de expertos, integrado por un médico bilingüe experto en el tema, un experto en metodología bilingüe con experiencia en la traducción y adaptación cultural de textos médicos, y una lingüista bilingüe cuya lengua materna es el idioma español, los cuales participaron en el análisis y la síntesis de las traducciones directas y conformaron la primera versión del pretest. Este fue evaluado por la lingüista en dos ocasiones y se hicieron las modificaciones propuestas en las evaluaciones de la segunda versión del pretest, logrando la equivalencia entre la versión de origen y la versión de destino^{37,38}. La experticia de los integrantes del comité en este estudio se sustentó en su grado de conocimientos de la cultura mexicana, la enfermedad explorada y el objetivo del instrumento en cuanto a los conceptos a medir, como recomiendan otros autores^{42,45}.

La equivalencia de criterio y conceptual se refiere a la capacidad del instrumento para medir el mismo fenómeno y que las conclusiones sean las mismas en ambas culturas, lo cual también se logró en el presente estudio, ya que la interpretación de la medición de la variable misofonía es la misma en cada cultura. La comprensión conceptual de todo el instrumento se obtuvo en la aplicación del pretest a 30 sujetos participantes, cuyo número y origen son los recomendados

en la literatura^{40,42,45}. Con ello se dio por terminado el proceso de adaptación transcultural, al obtener la última versión del pre-test con una comprensión y una aceptabilidad del 100% en los participantes^{31,46-48}.

Conclusiones

Se ha obtenido una traducción y adaptación transcultural del DMQ al español de México, correspondiente a la primera fase descrita por Ramada-Rodilla et al.³¹ para la traducción, la adaptación cultural y la validación de cuestionarios, por lo que se puede continuar a la segunda fase con este documento.

Financiamiento

Los autores declaran no haber recibido financiamiento para este estudio.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Consideraciones éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad, consentimiento informado y aprobación ética. El estudio no involucra datos personales de pacientes ni requiere aprobación ética. No se aplican las guías SAGER.

Declaración sobre el uso de inteligencia artificial. Los autores declaran que no utilizaron ningún tipo de inteligencia artificial generativa para la redacción de este manuscrito.

Material suplementario

El material suplementario se encuentra disponible en *Anales Médicos del Hospital ABC* en versión *online* (Doi: 10.24875/AMH.M25000102). Este material es provisto por el autor de correspondencia y publicado *online* para el beneficio del lector. El contenido del material suplementario es responsabilidad única de los autores.

Bibliografía

1. Edelstein M, Brang D, Rouw R, Ramachandran VS. Misophonia: physiological investigations and case descriptions. *Front Hum Neurosci*. 2013;7:296.

2. Cassiello-Robbins C, Anand D, McMahon K, Brout J, Kelley L, Rosenthal MZ. A preliminary investigation of the association between misophonia and symptoms of psychopathology and personality disorders. *Front Psychol*. 2021;11:3842.
3. Schröder A, Vulink N, Denys D. Misophonia: diagnostic criteria for a new psychiatric disorder. *PLoS One*. 2013;8:e54706.
4. Duddy DF, Oeding KAM. Misophonia: an overview. *Semin Hear*. 2014;35:84-91.
5. Jastreboff PJ. Tinnitus, hyperacusis, misophonia. In: *Reference Module in Neuroscience and Biobehavioral Psychology*. United States: Elsevier; 2017. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809324-5.02028-9>
6. Jastreboff PJ, Jastreboff MM. The neurophysiological approach to misophonia: theory and treatment. *Front Neurosci*. 2023;17:895574.
7. Schröder A, Wingen GV, Eijssker N, San Giorgi R, Vulink NC, Turbyne C, et al. Misophonia is associated with altered brain activity in the auditory cortex and salience network. *Sci Rep*. 2019;9:7542.
8. Eijssker N, Schröder A, Liebrand LC, Smit DJ, van Wingen G, Denys D. White matter abnormalities in misophonia. *Neuroimage Clin*. 2021;32:10278.
9. Bellavista C, Amor A, Sagrañes J, Deus J. Misofonía: evaluación, diagnóstico y tratamiento; una revisión sistemática. *Psicosomática y Psiquiatría*. 2022;(20).
10. Cavanna AE. What is misophonia and how can we treat it? *Expert Rev Neurother*. 2014;14:357-9.
11. Bernstein R, Angell K, Dehle C. A brief course of cognitive behavioural therapy for the treatment of misophonia: a case example. *The Cognitive Behaviour Therapist*. 2013;6:1-13.
12. Jastreboff PJ, Jastreboff MM. Decreased sound tolerance: hyperacusis, misophonia, diplo-acousis, and polyacusis. *Handb Clin Neurol*. 2015;129:375-87.
13. Ferrer Torres A. Un nuevo paradigma para la misofonía: factores etiológicos en el desarrollo de la misofonía y criterios diagnósticos. Tdx Tesis Doctorales de Xarxa, Universidad Autónoma de Barcelona. Disponible en: <https://www.tdx.cat/handle/10803/687595>.
14. Sánchez TG, Da Silva F. Familiar misophonia or selective sound sensitivity syndrome: evidence for autosomal dominant inheritance? *Braz J Otorhinolaryngol*. 2018;84:553-9.
15. Ferrer-Torres A, Giménez-Llort L. Confinement and the hatred of sound in times of COVID-19: a Molotov cocktail for people with misophonia. *Front Psychiatry*. 2021;12:627044.
16. Wu MS, Lewin AB, Murphy TK, Storch EA. Misophonia: incidence, phenomenology, and clinical correlates in an undergraduate student sample. *J Clin Psychol*. 2014;70:994-1007.
17. Zhou X, Wu MS, Storch EA. Misophonia symptoms among Chinese university students: incidence, associated impairment, and clinical correlates. *J Obs Compuls Relat Disord*. 2017;14:7-12.
18. Kılıç C, Öz G, Avanoğlu KB, Aksoy S. The prevalence and characteristics of misophonia in Ankara, Turkey: population-based study. *B J Psych Open*. 2021;7:7-12.
19. Erfanian M, Kartsonaki C, Keshavarz A. Misophonia and comorbid psychiatric symptoms: a preliminary study of clinical findings. *Nord J Psychiatry*. 2029;73:219-28.
20. Jastreboff PJ, Jastreboff MM. Treatments for decreased sound tolerance (hyperacusis and misophonia). *Semin Hear*. 2014;35:105-20.
21. Fabijańska A, Rogowski M, Bartnik G, Skarżyński H. Epidemiology of tinnitus and hyperacusis in Poland. In: Hazell JWP, editor. *Proceedings of the Sixth International Tinnitus Seminar*. Cambridge, UK – London: The Tinnitus and Hyperacusis Centre; 1999. p. 569-71.
22. Schröder A, Wingen G, Vulink NC, Denys D. Commentary: The brain basis for misophonia. *Front Behav Neurosci*. 2017;11:111.
23. Rosenthal MZ, Anand D, Cassiello-Robbins C, Williams ZJ, Guetta RE, Trumbull J, et al. Development and initial validation of the Duke Misophonia Questionnaire. *Front Psychol*. 2021;12:709928.
24. Siepsiak M, Śliwerski A, Dragan WL. Development and psychometric properties of MisoQuest — a new self-report questionnaire for misophonia. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17:1797.
25. Cusack SE, Cash TV, Vrana SR. An examination of the relationship between misophonia, anxiety sensitivity, and obsessive-compulsive symptoms. *J Obs Compuls Relat Disord*. 2018;18:67-72.
26. Palumbo DB, Alsaman O, De Ridder D, Song JJ, Vanneste S. Misophonia and potential underlying mechanisms: a perspective. *Front Psychol*. 2018;9:953.
27. Dibb B, Golding SE, Dozier TH. The development and validation of the Misophonia response scale. *J Psychosom Res*. 2021;149:110587.
28. Vitoratou S, Uglik-Marucha N, Hayes C, Erfanian M, Pearson O, Gregory J. Item response theory investigation of misophonia auditory triggers. *Audiol Res*. 2021;11:51.
29. Rinaldi LJ, Ward J, Simner J. An automated online assessment for misophonia: the Sussex Misophonia Scale for adults. *J Psychosom Res*. 2024;31:1598-614.
30. Rosenthal MZ, Anand D, Cassiello-Robbins C, Williams ZJ, Guetta RE, Trumbull J, et al. Development and initial validation of the Duke Misophonia Questionnaire. *Front Psychol*. 2021;12:709928.
31. Ramada-Rodilla JM, Serra-Pujadas C, Delclós-Clanchet GL. Adaptación cultural y validación de cuestionarios de salud: revisión y recomendaciones metodológicas. *Salud Publica Mex*. 2013;55:57-66.
32. Beaton DE, Bombardier C, Guillemin F, Ferraz MB. Guidelines for the process of cross-cultural adaptation of self-report measures. *Spine*. 2000;25:3186-91.
33. Epstein J, Miyuki R, Guillemin F. A review of guidelines for cross-cultural adaptation of questionnaires could not bring out a consensus. *J Clin Epidemiol*. 2011;68:435-41.
34. Uysal-Bozkir Ö, Parlevliet JL, de Rooij SE. Insufficient cross-cultural adaptations and psychometric properties for many translated health assessment scales: a systematic review. *J Clin Epidemiol*. 2013;66:608-18.
35. Yao M, Wang Q, Li Z, Yang L, Huang PX, Sun YL, et al. A systematic review of cross-cultural adaptation of the Oswestry Disability Index. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2016;41:E1470-8.
36. Al-Amer R, Ramjan L, Glew P, Darwish M, Salamonsen Y. Translation of interviews from a source language to a target language: examining issues in cross-cultural health care research. *J Clin Nurs*. 2015;24:1151-62.
37. Carvajal A, Centeno C, Watson R, Martínez M, Sanz-Rubiales A. ¿Cómo validar un instrumento de medida de la salud? *Anales Sist Sanit Navarra*. 2011;34:63-72.
38. Stewart AL, Thrasher AD, Goldberg J, Shea JA. A framework for understanding modifications to measures for diverse populations. *J Aging Health*. 2012;24:992-1017.
39. Beck CT, Bernal H, Froman RD. Methods to document semantic equivalence of a translated scale. *Res Nurs Health*. 2003;26:64-73.
40. Muñoz J, Elosua P, Hambleton R. Directrices para la traducción adaptación de los tests: segunda edición. *Psicothema*. 2013;25:151-7.
41. Chahín-Pinzón N. Aspectos a tener en cuenta cuando se realiza una adaptación de test entre diferentes culturas. *Psychologia. Avances de la disciplina*. 2014;8:109-12.
42. Squires A, Aiken LH, van den Heede K, Sermeus W, Bruyneel L, Lindqvist R, et al. A systematic survey instrument translation process for multi-country, comparative health workforce studies. *Int J Nurs Stud*. 2013;50:264-73.
43. Flaherty JA, Gaviria FM, Pathak D, Mitchell T, Wintrob R, Richman JA, et al. Developing instruments for cross-cultural psychiatric research. *J Nerv Ment Dis*. 1988;176:257-63.
44. Peña ED. Lost in translation: methodological considerations in cross-cultural research. *Child Dev*. 2007;78:1255-64.
45. Hill J, Bird HA, Lawton CW, Wright V. The arthritis impact measurement scales: an anglicized version to assess the outcome of British patients with rheumatoid arthritis. *Br J Rheumatol*. 1990;29:193-6.
46. Van de Vijver F, Tanzer NK. Bias and equivalence in cross-cultural assessment: an overview. *Eur Rev Appl Psychol*. 2004;54:119-35.
47. Costa N, Guirardello E. Adaptación cultural de instrumentos utilizados en salud ocupacional. *Rev Panam Salud Publica*. 2002;11:109-11.
48. Elosua P, Hambleton R. Psychological and educational test score comparability across groups in the presence of item bias. *J Psychol Educ*. 2018;13:23-32.

El tratamiento con sacubitril-valsartán mejora la calidad de vida del paciente con insuficiencia cardiaca

Management with sacubitril-valsartan improves the quality of life of patients with heart failure

Maricarmen Tapia-Venancio¹ , Ernesto Hernández-Jiménez² , Arturo García-Galicia^{1*} ,
Diana López-García¹ , Anali Durán-Cordero³ , Edgar Bautista-Soto¹ , Álvaro J. Montiel-Jarquín¹ ,
Adriana Hernández-Carrasco⁴  y Jorge Loría-Castellanos⁵ 

¹Dirección de Educación e Investigación en Salud; ²Departamento de Cardiología; ³Departamento de Medicina Interna. Centro Médico Nacional Gral. de Div. Manuel Ávila Camacho, Hospital de Especialidades de Puebla, Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) Puebla; ⁴Facultad de Medicina, Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla, H. Puebla de Zaragoza. Puebla, Pue.; ⁵Coordinación de Proyectos Especiales en Salud, IMSS, Ciudad de México. México

Resumen

Antecedentes: La insuficiencia cardiaca (IC) es un síndrome clínico que suele ser consecuencia final de enfermedades cardíacas preexistentes, el uso de sacubitril-valsartán pretende reducir la mortalidad y mejorar la calidad de vida (CV). **Objetivo:** Comparar la CV en pacientes con IC con fracción de eyección del ventrículo izquierdo (FEVI) reducida previo y posterior al tratamiento con sacubitril-valsartán. **Material y métodos:** Estudio comparativo, longitudinal y prospectivo en pacientes con IC con FEVI reducida que iniciaron tratamiento con sacubitril/valsartán. Se aplicó el cuestionario Minnesota para calidad de vida en pacientes con insuficiencia cardiaca (MLHFQ) previo y tres meses posterior al tratamiento con sacubitril/valsartán. El análisis de los datos se realizó con estadística descriptiva y t de Student para muestras relacionadas. **Resultados:** Se reclutaron 103 pacientes, predominó el sexo masculino y la cardiopatía isquémica como etiología. La dosis inicial y final más frecuente de sacubitril-valsartán fue de 24/26 mg cada 12 horas y la dimensión total del cuestionario MLHFQ media previa y posterior fue de 47 (± 17) y 43 (± 16) respectivamente ($p < 0.05$). **Conclusiones:** Los pacientes con IC con FEVI reducida tratados con sacubitril-valsartán mejoran su CV a los tres meses de tratamiento.

Palabras clave: Calidad de vida. Insuficiencia cardiaca. Sacubitril-valsartán. Disfunción ventricular.

Abstract

Background: Heart failure (HF) is a clinical syndrome that is usually the final consequence of pre-existing heart disease; the use of sacubitril-valsartan is intended to reduce mortality and improve quality of life (QoL). **Objective:** To compare the QoL in patients with HF with reduced ventricular ejection fraction (LVEF) before and after treatment with sacubitril-valsartan. **Material and methods:** Comparative, longitudinal, prospective study in HF patients with reduced LVEF who started treatment with sacubitril/valsartan. The Minnesota questionnaire for quality of life in patients with heart failure (MLHFQ) was administered before and three months after treatment with sacubitril/valsartan. Data analysis was performed with descriptive statistics and Student's t test for related samples. **Results:** A total of 103 patients were enrolled in the study, with a predominance of

*Correspondencia:

Arturo García-Galicia

E-mail: neurogarcia Galicia@yahoo.com.mx

Fecha de recepción: 28-01-2025

Fecha de aceptación: 31-01-2025

DOI: 10.24875/AMH.M25000096

Disponible en internet: 04-04-2025

An Med ABC. 2025;70(1):49-53

www.analesmedicosabc.com

0185-3252 / © 2025 Asociación Médica del Centro Médico ABC. Publicado por Permanyer. Este es un artículo open access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

male sex and ischemic heart disease as the etiology. Beta-blockers were the most common concomitant treatment at 91.3%. The most frequent initial and final dose of sacubitril-valsartan administered was 24/26 mg every 12 hours. The previous and subsequent mean MLHFQ total dimension scores were 47 ($\pm$ 17) and 43 ($\pm$ 16) respectively ($p < 0.05$). **Conclusions:** Patients with reduced LVEF HF treated with sacubitril-valsartan improve their QoL at three months of management.

Keywords: Quality of life. Heart failure. Sacubitril/valsartan. Ventricular dysfunction.

Introducción

La insuficiencia cardíaca (IC) se define como un síndrome clínico comprendido por signos y síntomas como resultado de una disfunción estructural o funcional cardíaca¹. Se presenta más frecuentemente en hombres, con una prevalencia aproximada del 1-2% en la población adulta de países desarrollados, la cual aumenta conforme a la edad con un pico a los 65 años².

Los factores de riesgo más importantes son: edad mayor a 65 años, sexo masculino, historia familiar cardiovascular, infecciones, obesidad, tabaquismo, diabetes mellitus y exposición a agentes cardiotóxicos³. Tiene una mortalidad del 50% a los cinco años que en casos de IC grave llega al 40-50% en un año⁴.

La etiología se divide en isquémica (presencia de enfermedad arterial coronaria) y no isquémica (por miocardiopatías, miocarditis, infecciones, exposición a cardiotóxicos, valvulopatías, enfermedades endocrinas y de depósito, hipertensión arterial y déficits nutricionales)^{5,6}. De las clasificaciones diversas de la enfermedad, una de las más importantes es la basada en la fracción de eyección del ventrículo izquierdo (FEVI). Se divide en: IC con FEVI preservada (FEVI mayor al 50%), IC con FEVI levemente reducida (FEVI 49- 41%) e IC con FEVI reducida (FEVI 40% o menor)⁷.

El tratamiento de IC con FEVI reducida consiste en: betabloqueador (metoprolol o carvedilol), inhibidor del cotransportador sodio-glucosa tipo 2 (SGLT-2) (dapagliflozina), antagonista del receptor de mineralocorticoides (espironolactona) y el inhibidor del receptor de angiotensina-neprilisina (ARNI) sacubitril-valsartán^{8,9}.

El principal ARNI que se ha descrito es el sacubitril/valsartán; es una terapia relativamente nueva aprobada en el año 2015 siendo el primero en este grupo. El sacubitril inhibe la acción de la neprilisina mediante LBQ657 (metabolito activo); también evita la descomposición de los péptidos natriuréticos promoviendo disminución de la presión arterial, reduce la aldosterona y el tono simpático más prolongadamente. El valsartán inhibe al receptor de angiotensina II que bloquea al sistema renina-angiotensina-aldosterona y consecuentemente impide la vasoconstricción y detiene la remodelación cardíaca^{10,11}.

La calidad de vida (CV) en pacientes con IC se ha reportado baja y se asocia principalmente a los signos y síntomas propios de la enfermedad incluso con un tratamiento óptimo. La eficacia del autocuidado es el principal factor dentro de este ámbito. Existen numerosos reportes de la CV en pacientes con IC con FEVI reducida con el tratamiento clásico, pero los estudios similares en pacientes tratados con sacubitril-valsartán son muy escasos¹².

El objetivo del presente estudio fue comparar la CV en pacientes con IC con FEVI reducida previo y posterior al tratamiento con sacubitril-valsartán.

Material y métodos

Se realizó un estudio comparativo en un hospital terciario del Instituto Mexicano del Seguro Social en Puebla, México. Se incluyeron pacientes mayores de 18 años con IC y FEVI reducida, con tratamiento menor a dos semanas con sacubitril-valsartán. Se excluyeron aquellos con antecedentes de hipotensión sintomática dentro de los seis meses previos al estudio y se eliminaron quienes solicitaron su salida del estudio o abandonaron el tratamiento.

Se registraron los siguientes datos: edad, sexo, peso, estatura, índice de masa corporal (IMC), comorbilidades, dosis inicial y final de sacubitril-valsartán, efectos adversos, clase funcional (CF) y CV.

La CV se evaluó con el MLHFQ, previo y posterior a tres meses de inicio del tratamiento. Este cuestionario se desarrolló en 1984 y la validación en español se publicó en el 2008^{13,14}. Consta de 21 ítems, que se dividen en: dimensión emocional (cinco ítems), dimensión física (ocho ítems), y ambas en conjunto con los ocho ítems restantes forman la dimensión total; el puntaje mínimo de las tres dimensiones es 0 y el máximo es 25, 40 y 105 respectivamente. A mayor puntuación es peor la CV, y a menor puntuación la CV es mejor¹⁵.

El análisis de los datos se realizó con estadística descriptiva, medidas de tendencia central y dispersión. La distribución de las variables cuantitativas se analizó por prueba de Kolmogórov-Smirnov, para comparar CV previa y posterior al tratamiento se utilizó la t de Student para muestras relacionadas. Se utilizó el programa estadístico SPSS versión 25.

Este estudio fue aprobado por el Comité Local de Investigación y Ética en Salud de la unidad. Todos los pacientes firmaron consentimiento informado. La información se manejó con estrictos criterios de confidencialidad médico-participante y exclusivamente para fines de la investigación.

Resultados

Se reclutaron 103 pacientes, 82 (79.6%) fueron hombres y 21 (20.4%) mujeres; la edad media fue 56.6 años (desviación estándar [DE]: 12.5; rango: 23-79), el peso tuvo una media de 74 kg (DE: 12; rango: 40-100), la talla media fue de 1.64 m (DE: 0.8; rango: 1.40-1.80), el IMC media fue de 27.5 kg/m² (DE: 4.26; rango: 18.5-45.04), área de superficie corporal media fue de 1.78 m² (DE: 0.16; rango: 1.20-2.16).

La cardiopatía isquémica fue la etiología predominante 64 (62.1%), seguido de la miocardiopatía dilatada en 49 (47.6%) pacientes (Fig. 1).

La comorbilidad más frecuente fue la hipertensión arterial sistémica (72 pacientes, 69.9%), seguida de la diabetes mellitus (46, 44.7%) (Tabla 1).

El tratamiento concomitante más frecuente fue beta-bloqueador (91.3%), seguido del inhibidor de SGLT-2 (83.5%) y espironolactona (74.8%). El resto de los fármacos se presenta en la figura 2.

Al inicio del tratamiento con sacubitril/valsartán la dosis media fue de 51 mg (DE: 22), 67 (65%) pacientes iniciaron con 24/26 mg cada 12 horas, la CF de la New York Heart Association (NYHA) II fue la más frecuente (58, 56.3%) y la CV (dimensión total) media fue de 47 (DE: 17).

Después del seguimiento a tres meses, los pacientes tuvieron una dosis media de 75 mg (DE: 34), 52 (50.5%) pacientes finalizaron con una dosis de 24/26 mg cada 12 horas y tres (2.9%) pacientes alcanzaron la dosis de 97/103 mg cada 12 horas; 41 (39.8%) pacientes presentaron efectos adversos, dentro de los cuales la hipotensión fue la más frecuente (36, 35%), seguido de mareo (8, 7.8%) y cefalea (3, 2.9%); la CF NYHA I fue la más frecuente (60, 58.3%) y la CV (dimensión total) media fue de 43 (DE: 16). El resto de los resultados se detalla en la tabla 2 (Fig. 3).

Discusión

La IC es un síndrome ocasionado por alteraciones en la relajación o contracción ventricular y la etapa final del desarrollo de muchas enfermedades cardíacas

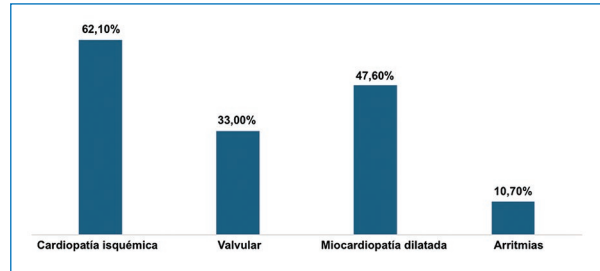


Figura 1. Distribución de la etiología.

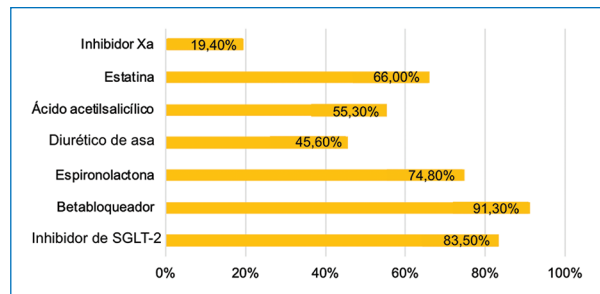


Figura 2. Tratamiento concomitante.

SGLT-2: inhibidor del cotransportador sodio-glucosa tipo 2; Xa: factor de coagulación X activado.

Tabla 1. Comorbilidades

n = 103					
Diabetes mellitus	44.7%				
Hipertensión arterial	69.9%				
Enfermedad renal crónica	22.3%				
Clasificación KDIGO	Ninguno	G1	G2	G3	G4
	78.6%	1.9%	10.7%	7.8%	1.0%

KDIGO: Kidney Disease: Improving Global Outcomes.

preexistentes, tiene una prevalencia elevada en nuestro país y su origen es multifactorial, con predominio de causas isquémicas^{7,16}.

El tratamiento convencional de la IC con FEVI reducida no ha sido satisfactorio y ha tenido un mal pronóstico. El uso de nuevos fármacos como el ARNI sacubitril-valsartán pretende mejorar la CV de estos pacientes brindando mejores beneficios^{17,18}.

El predominio del sexo masculino y la etiología isquémica en nuestro estudio coincide con lo encontrado en literatura internacional¹⁹. Lo mismo sucede con las

Tabla 2. Características inicial y posterior al tratamiento

Características	Inicial n = 103	Posterior n = 103
Dosis (%)		
12/13 mg cada 12 horas*	21.4%	3.9%
24/26 mg cada 12 horas	65%	50.5%
49/51 mg cada 12 horas	13.6%	42.7%
97/103 mg cada 12 horas	0%	2.9%
Clase funcional NYHA (%)		
I	15.5%	58.3%
II	56.3%	32%
III	28.2%	9.7%
MLHFQ (media)		
Dimensión física	23 (± 7)	14 (± 7)
Dimensión emocional	7 (± 4)	4 (± 3)
Dimensión total	47 (± 17)	43 (± 16)

*12/13 mg cada 12 horas: se administró ½ tableta de 24/26 mg.
FEVI: fracción de eyección del ventrículo izquierdo; NYHA: New York Heart Association; MLHFQ: cuestionario Minnesota para calidad de vida en pacientes con insuficiencia cardíaca.

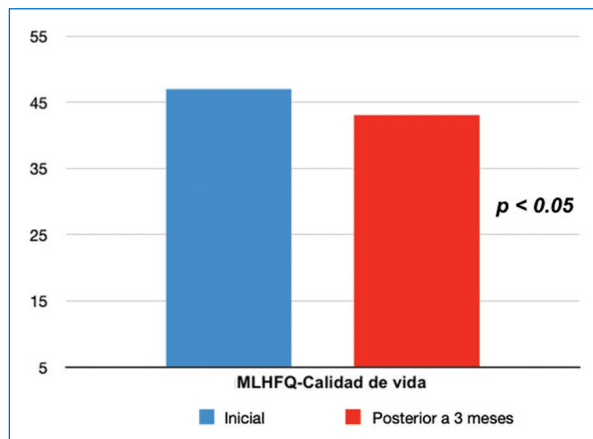


Figura 3. Efectos antes y después de sacubitril-valsartán. Cambios en el puntaje de MLHFQ inicial y posterior a tres meses del inicio de sacubitril-valsartán. MLHFQ: cuestionario Minnesota para calidad de vida en pacientes con insuficiencia cardíaca.

comorbilidades más frecuentes: hipertensión arterial sistémica y diabetes mellitus²⁰.

Los fármacos más frecuentes en el tratamiento de esta patología son, en orden decreciente: betabloqueadores (79.2%), diuréticos de asa (68.7%) y antagonista del receptor de mineralocorticoides (44.6%)¹⁸. Este trabajo reporta también mayor frecuencia de betabloqueadores, aunque con una frecuencia mayor (91.3%).

El sacubitril-valsartán es un tratamiento nuevo para estos pacientes, ya que es un ARNI; existen tres presentaciones

de este fármaco (24/26 mg, 49/51 mg y 97/103 mg, respectivamente). Se recomienda iniciar a dosis 49/51 mg cada 12 horas y en caso de hipotensión iniciar con 24/26 mg cada 12 horas, después de 2 a 4 semanas titular a 97/103 mg cada 12 horas^{21,22}. Sin embargo, se han descrito inicios con dosis de 24/26 mg (80%), y la dosis final de 97/103 se alcanzó solo en el 34.6%²³. En este trabajo la dosis inicial más frecuente fue 24/26 mg en el 65% y la dosis final a la recomendación solo en el 2.9%. Es importante mencionar que se registró mejoría en la FEVI aun a esas dosis.

La hipotensión arterial es el efecto adverso más frecuente, se ha reportado hasta en un 18%; en nuestro estudio la frecuencia fue mayor (35%), pero también la más frecuente. Ello está relacionado con el mecanismo de acción del sacubitril/valsartán, que evita la degradación de péptidos natriuréticos, con vasodilatación y reducción de precarga subsecuentes; a pesar de esto ninguno de nuestros pacientes suspendió el tratamiento^{24,25}.

Otro parámetro que evaluar es la CF, que con este tratamiento mejora de CF NYHA II a CF NYHA I^{25,26}. En este estudio hasta el 61% de los pacientes mejoraron su CF y el 42% llegaron a clase NYHA I (Tabla 2).

Nuestros pacientes mostraron una reducción significativa en la puntuación de la dimensión total MLHFQ después del seguimiento a tres meses. Esta reducción fue similar a estudios como PARADIGM-HF, PARASAIL y PROVIDE-HF, pero con mayor tiempo de seguimiento (8 meses, 12 semanas y 12 meses respectivamente)²⁷⁻²⁹.

Este es uno de los pocos estudios en población mexicana donde se demuestran los beneficios del sacubitril/valsartán sobre la CV a corto plazo a pesar de iniciar a dosis bajas y no llegar a la dosis recomendada.

Una muestra mayor y la comparación con un grupo control son áreas de oportunidad del presente trabajo que deben considerarse para investigaciones futuras.

Conclusión

Los resultados de este estudio permiten concluir que los pacientes con IC con FEVI reducida tratados con sacubitril/valsartán mejoran su CV a los tres meses de tratamiento.

Financiamiento

Los autores declaran no haber recibido financiamiento para este estudio.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses alguno.

Consideraciones éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad, consentimiento informado y aprobación ética. Los autores han seguido los protocolos de confidencialidad de su institución, han obtenido el consentimiento informado de los pacientes, y cuentan con la aprobación del Comité de Ética. Se han seguido las recomendaciones de las guías SAGER, según la naturaleza del estudio.

Declaración sobre el uso de inteligencia artificial. Los autores declaran que no utilizaron ningún tipo de inteligencia artificial generativa para la redacción de este manuscrito.

Bibliografía

- Piñar G, Céspedes D. Insuficiencia cardiaca en el adulto mayor. *Rev Medica Sinerg.* 2020;5(9):e567.
- Givertz MM, Mehra MR. Insuficiencia cardiaca: fisiopatología y diagnóstico. En: Loscalzo J, Fauci A, Kasper D, Hauser S, Longo D y Jameson JL. *Harrison Principios de Medicina Interna*, 21 ed. McGraw Hill Education; 2022. pp. 1930-1939.
- Arrigo M, Jessup M, Mullens W, Reza N, Shah AM, Sliwa K, et al. Acute heart failure. *Nat Rev Dis Primers.* 2020;6(1):16.
- Pousset F, Legrand L, Mameri A, Isnard R. Insuficiencia cardiaca crónica. *EMC - Tratado Med.* 2020;24(1):1-10.
- Murphy SP, Ibrahim NE, Januzzi JL Jr. Heart failure with reduced ejection fraction: A review. *JAMA.* 2020;324(5):488-504.
- Chávez CO, Centurión OA. Mecanismos fisiopatológicos, neurohormonales y objetivos terapéuticos en la insuficiencia cardiaca aguda. *Mem Inst Investig Cienc Salud.* 2019;17(3):82-96.
- Vega J, Luque M, Salinas G, Gómez J. Actualización clínica: insuficiencia cardiaca, concepto y clasificación. *Medicine.* 2021;13(35):2011-7.
- Kang D, Park S, Shin S, Hong G, Lee S, Kim M, et al. Angiotensin receptor neprilysin inhibitor for functional mitral regurgitation. *Circulation.* 2019;139(11):1354-65.
- Vega J, Luque M, Salinas G, Gómez J. Insuficiencia cardiaca con fracción de eyección ventricular izquierda reducida. *Medicine.* 2021;13(35):2018-25.
- Docherty K, Vaduganathan M, Solomon SD, McMurray J. Sacubitril/valsartan: neprilysin inhibition 5 years after PARADIGM-HF. *JACC Heart Fail.* 2020;8(10):800-10.
- Nicolas D, Kerndt CC, Patel P, Reed M. Sacubitril-valsartan [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 [consultado 26 mayo 2022]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29939681/>
- Holmlund L, Brännström M, Lindmark K, Sandberg C, Hellström K. Health-related quality of life in patients with heart failure eligible for treatment with sacubitril-valsartan. *Nurs Open.* 2019;7(2):556-62.
- Garin O, Soriano N, Ribera A, Ferrer M, Pont A, Alonso J, et al. Validación de la versión española del Minnesota Living with Heart Failure Questionnaire. *Rev Esp Cardiol.* 2008;61(3):251-9.
- Naveiro J, Díez D, Blanco A, Rebollo F, Rodríguez A, Rodríguez M. Validación del Minnesota Living With Heart Failure Questionnaire en atención primaria. *Rev Esp Cardiol.* 2010;63(12):1419-27.
- Cong J, Zhu Y, Du J, Lin L, He Y, Zhang Q, et al. Mapping the Minnesota Living with Heart Failure Questionnaire (MLHFQ) to SF-6Dv2 in Chinese patients with heart failure. *Health Qual Life Outcomes.* 2022;20(201):98.
- Sinnenberg L, Givertz M. Acute heart failure. *Trends Cardiovasc Med.* 2020;30(2):104-12.
- Feng M, He B, Wang B, Chen X, Chu H. Clinical study of heart failure with left ventricular ejection fraction regimen treated with Entresto. *Contrast Media Mol Imaging.* 2022;2022:4164089.
- Giner M, Díaz D, Ouchi D, Gomez A, Morros R. Tratamiento farmacológico de la insuficiencia cardiaca según la fracción de eyección ventricular en atención primaria. *Aten Primaria.* 2022;54(8):102362.
- Bayard G, Da Costa A, Pierrard R, Roméyer C, Guichard JB, Isaaz K. Impact of sacubitril/valsartan on echo parameters in heart failure patients with reduced ejection fraction a prospective evaluation. *Int J Cardiol Heart Vasc.* 2019;25:100418.
- Palau P, Mollar A, Domínguez E, Sanchis J, Bayés A, Núñez J. Efecto inicial del sacubitrilo-valsartán sobre la capacidad funcional en pacientes con insuficiencia cardiaca con fracción de eyección reducida: estudio piloto. *Rev Esp Cardiol.* 2019;72(2):167-9.
- Mohebi R, Liu Y, Piña IL, Prescott MF, Butler J, Felker GM, et al. Dose-response to sacubitril/valsartan in patients with heart failure and reduced ejection fraction. *J Am Coll Cardiol.* 2022;80(16):1529-4.
- Pascual D, Bayés A, Beltrán P, Caravaca P, Conde A, Crespo MG, et al. Sacubitrilo-valsartán, beneficios clínicos y mecanismos de acción relacionados en la insuficiencia cardiaca con fracción de eyección reducida. Una revisión. *Cardiovasc Frontal Med.* 2021;8:754499.
- Morales MP, Salazar JF, Caycedo LA, González DV, Jaramillo M, Buitrago AF, et al. Experiencia con sacubitril/valsartán en una clínica de falla cardiaca. *Rev Colomb Cardiol.* 2020;27(1):7-12.
- Ferlini S, Miranda MF, Picado AD. Sacubitril-valsartán: nueva opción terapéutica en insuficiencia cardiaca. *Rev Medica Sinerg.* 2019;4(11):e297.
- McMurray JJ, Packer M, Desai AS, Gong J, Lefkowitz MP, Rizkala AR, et al. Angiotensin-neprilysin inhibition versus enalapril in heart failure. *N Engl J Med.* 2014;371(11):993-1004.
- Wachter R, Senni M, Belohlavek J, Straburzynska E, Witte KK, Kobalava Z, et al. Initiation of sacubitril/valsartan in haemodynamically stabilised heart failure patients in hospital or early after discharge: primary results of the randomised TRANSITION study. *Eur J Heart Fail.* 2019;21(8):998-1007.
- Haddad H, Bergeron S, Ignaszewski A, Searles G, Rochdi D, Dhage P, et al. Canadian real-world experience of using sacubitril/valsartan in patients with heart failure with reduced ejection fraction: Insight from the PARASAIL study. *CJC Open.* 2020;2(5):344-53.
- Armentaro G, D'Arrigo G, Magurno M, Toscani AF, Condoleo V, Miceli S, et al. Impact of sacubitril/valsartan on clinical and echocardiographic parameters in heart failure patients with reduced ejection fraction: data from a real life 2-year follow-up study. *Front Pharmacol.* 2021;12:733475.
- Mentz RJ, Xu H, O'Brien EC, Thomas L, Alexy T, Gupta B, et al. PROVIDE-HF primary results: patient-reported outcomes investigation following initiation of drug therapy with Entresto (sacubitril/valsartan) in heart failure. *Am Heart J.* 2020;230:35-43.

Neonatal mortality in a private hospital in Mexico City

Mortalidad neonatal en un hospital privado de la Ciudad de México

José G. Arizmendi-Dorantes^{*}, Clara A. Zamorano-Jiménez, and Yazmín A. Chirino-Barceló

Pediatrics Service, Centro Médico ABC, Mexico City, Mexico

Abstract

Background: Neonatal mortality refers to deaths that occur within the first 28 days of extrauterine life. According to the World Health Organization (WHO), neonatal mortality is an indicator of the level of development and quality of perinatal care in a specific geographical area or health service. It is also an indicator of the impact of programs and interventions on a population group, which facilitates decision-making. **Objective:** To determine the rates and causes of neonatal mortality at the ABC Medical Center, Santa Fe Campus, over a 5-year period. Comparing the neonatal mortality at this hospital with that of other private and public hospitals, both nationally and internationally. To date, no published records of neonatal mortality exist at this institution, highlighting the importance of this publication. **Material and methods:** This is an observational, cross-sectional, retrospective, and descriptive clinical study. The target population included all newborns admitted to this institution from 2011 to 2015. **Results:** During this period, 6,380 pregnant women were attended, and 6,727 live births were recorded. The neonatal mortality rate was 3.27/1,000 live births; 77.3% of deaths were male, and 22.7% were female. Of the total deaths, 36.6% occurred within the first 24 h of life, 40.9% between 2 and 7 days, and 22% between 8 and 28 days of life. The most frequent causes of death were immaturity, sepsis, and complex heart diseases. **Conclusions:** Neonatal mortality at ABC Medical Center, Santa Fe Campus, is low and comparable to that of other similar private hospitals in the country. It is significantly below the national average.

Keywords: Neonatal mortality rate. Neonatal mortality. Early and late neonatal mortality.

Resumen

Antecedentes: La mortalidad neonatal se refiere a la muerte que ocurre entre los primeros 28 días de vida extrauterina y para la Organización Mundial de la Salud es un indicador del nivel de desarrollo y calidad de la atención perinatal en una determinada área geográfica o en un servicio de salud y es igualmente un indicador de impacto de los programas e intervenciones en un grupo poblacional, lo que favorece la toma de decisiones. **Objetivo:** Conocer las tasas de mortalidad neonatal y sus causas en el Centro Médico ABC, Campus Santa Fe en un período de 5 años y comparar la mortalidad neonatal de este centro hospitalario con las publicadas por otros hospitales privados y públicos del país y del extranjero. No existe hasta la fecha registro publicado de la mortalidad neonatal en esta Institución de ahí la importancia de esta publicación. **Material y métodos:** Es un estudio clínico observacional, transversal, retrolectivo y descriptivo. La población blanco correspondió a todos los recién nacidos y atendidos en esta Institución en el periodo comprendido de 2011 a 2015. **Resultados:** Durante este periodo se atendieron 6,380 mujeres embarazadas y 6,727 nacidos vivos. La mortalidad neonatal fue del 3.27 por 1000 nacidos vivos; 77.3% fueron del sexo masculino y 22.7% del sexo femenino. El 36.6% % murieron en las primeras 24 h de vida; el 40.9% de los 2 a los 7 días y el 22% entre los 8 y 28 días de vida.

*Correspondence:

José G. Arizmendi-Dorantes
E-mail: joseariz@hotmail.com

Date of reception: 06-02-2025

Date of acceptance: 11-02-2025

DOI: 10.24875/AMH.M25000104

Available online: 04-04-2025

An Med ABC. 2025;70(1):54-61

www.analesmedicosabc.com

0185-3252 / © 2025 Asociación Médica del Centro Médico ABC. Published by Permanyer. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Las causas más frecuentes de muerte fueron inmadurez, sepsis y cardiopatías complejas. Conclusiones: La mortalidad neonatal en el Centro Médico ABC, campus Santa Fe es baja y comparable a la de otros hospitales privados nacionales de características similares y muy por debajo de la media nacional.

Palabras clave: Tasa de mortalidad neonatal (TMN). Mortalidad neonatal. Mortalidad temprana y tardía.

Introduction

Neonatal mortality refers to deaths occurring within the first 28 days of extrauterine life. The World Health Organization (WHO) considers it an indicator of the level of development and quality of prenatal and newborn care in a specific geographical area or health service. The perinatal period represents the most vulnerable stage for human survival and, therefore, requires high-quality care during the birthing process and newborn care¹.

According to the WHO, 2.3 million newborns died worldwide in 2022, with Africa having the highest mortality rate (27 deaths/1,000 live births), followed by South Asia (21 deaths/1,000 live births). New Zealand and Australia have the lowest rates (0.7/1,000 live births)².

The Ibero-American Society of Neonatology described in a 2011 report a significant disparity in neonatal mortality rates (NMR) among Ibero-American regions and countries. In Mexico, for example, the average national NMR is 15, ranging from 6 in some regions to 35 in others per 1,000 live births³.

The NMR in Mexico decreased from 11.6 to 7.07 deaths/1,000 live births between 1990 and 2015. The latest report from the National Institute of Statistics and Geography (INEGI, 2022) and the World Bank Group (2024) indicate a national rate of 8 deaths/1,000 births, showing little change over the last 10 years⁴⁻⁶.

In 2013, a study was published at this institution focusing specifically on the morbidity and mortality of premature infants exposed to tocolytics antenatally during the period from 2004 to 2008. This publication reports that 5,852 live births were registered with 25 deaths, yielding an NMR of 4.2/1,000 live births. This is the only publication offering neonatal mortality data for this hospital, although causes and ages at death are not specified⁷.

Recording NMR and causes of death at this hospital is crucial as it serves as an impact indicator for programs and interventions within this population and is useful for decision-making.

The objectives of this study were to determine: The early (0-7 days of life) and late (8-28 days of life) NMR in a private hospital over a 5-year period; the causes of death; and to compare the neonatal mortality of this hospital with that of other private and public hospitals nationally and internationally.

Material and methods

An observational, cross-sectional, retrospective, and descriptive clinical study was conducted. The target population included all neonates born and treated at the ABC Medical Center Santa Fe Campus from January 1, 2011, to December 31, 2015.

Inclusion criteria comprised live-born neonates of any gestational age and birth weight, whose care from birth until discharge occurred at the ABC Medical Center Santa Fe Campus. Neonates born outside the institution but treated at the ABC Medical Center Santa Fe Campus, as well as those with lost or incomplete records, were excluded.

The research protocol was reviewed and approved by the Research Committee and the Ethics Committee of the ABC Medical Center.

The method involved reviewing the digitized clinical records of all births at the ABC Medical Center, Santa Fe Campus, during the study period. Data were recorded on a data collection sheet for each patient, specifically designed to capture perinatal information, birth details, somatometry, health status, and progression in the neonatal unit. This information was later consolidated into a database.

Neonates were classified by gestational age as follows: term (37-41 weeks); late preterm (34-36 weeks); intermediate preterm (28-33 weeks); extreme preterm (< 28 weeks); and postterm (42 weeks or more). The gestational age recorded was provided by the obstetrics service, based on first-trimester ultrasound and the reliable date of the last menstrual period.

Regarding weight for gestational age, neonates were classified as follows: Appropriate for gestational age if the weight corresponded to the mean $\pm$ 2 standard deviations or fell between the 10th and 90th percentiles; small for gestational age if the weight was > 2 standard deviations below the mean or below the 10th percentile; and large for gestational age if the weight was > 2 standard deviations above the mean or above the 90th percentile, using the intrauterine growth charts accepted by NOM-007-SSA2-2016⁸.

WHO definitions were followed for live birth, early neonatal death, late neonatal death, and NMR, as described below:

Table 1. Characteristics of newborns classified by gestational age

Group gestational	Total (%)	Sex		Stratified weight			Condition at discharge	
		Male	Female	Low birth weight	Appropriate birth weight	High birth weight	Alive	Death
Extreme preterm	37 (0.55)	23 (62)	14 (38)	11 (30)	26 (70)	0 (0)	25 (67.6)	12 (32.4)
Intermediate premature	129 (1.9)	78 (60)	51 (40)	20 (15.5)	109 (84.5)	0 (0)	127 (98.44)	2 (1.55)
Late premature	1024 (15.2)	558 (54.5)	466 (45.5)	283 (27.6)	733 (71.6)	8 (0.8)	1021 (99.7)	3 (0.3)
Term	5,530 (82.2)	2819 (51)	2711 (49)	313 (5.7)	4967 (89.8)	250 (4.5)	5525 (99.9)	5 (0.09)
Postterm	7 (0.1)	4 (57)	3 (43)	0 (0)	7 (100)	0 (0)	7 (100)	0 (0)
Total (%)	6,727 (100)	3,482 (51.8)	3,245 (48.2)	627 (9.3)	5,842 (86.8)	258 (3.9)	6705 (99.67)	22 (0.33)

- Live birth: any neonate showing signs of life after expulsion or extraction from the mother (e.g., heart-beat, umbilical cord pulsations, breathing, or voluntary muscle movements)
- Neonatal mortality: deaths occurring within the first 28 days of life
- Early neonatal mortality: deaths occurring within the first 7 days of life
- Late neonatal mortality: deaths occurring from 7 days up to 28 days of age
- NMR: the number of neonatal deaths divided by the number of live births, expressed per 1,000 live births⁹⁻¹⁴.

Descriptive statistical analysis was performed using SPSS version 22; for qualitative variables, median, mode, minimum, and maximum ranges were utilized. For quantitative variables, mean, standard deviation, minimum, and maximum ranges were applied.

Results

Perinatal background

From 2011 to 2015, the Gynecology–Obstetrics Unit of the ABC Medical Center, Santa Fe Campus, attended 6,380 pregnant women. Of these, 6,054 (94.89%) had singleton pregnancies; 304 (4.76%) had twin pregnancies (607 newborns, including one twin pregnancy with an intrauterine fetal demise); and 22 (0.34%) had triplet pregnancies (66 newborns). A total of 6,727 live births were recorded. The median maternal age was 32.0 ± 4.6 years (16-52).

Of the 6,727 live births, 2,302 (34.22%) were vaginal deliveries, and 4,425 (65.78%) were cesarean deliveries. The cesarean delivery rate was 62.11% for

singleton pregnancies, 98.35% for twin pregnancies, and 100% for triplet pregnancies.

The median gestational age of all newborns was 38.0 ± 2.0 weeks (22-42), and the median birth weight was 2,954 ± 530.78 g (450-4,712). Of the total births, 82.6% were term births and 17.4% were preterm births; 86.8% had appropriate birth weight for gestational age, and 9.3% had low birth weight for gestational age. 51.8% were male, and 48.2% were female. [Table 1](#) shows these data and clinical conditions at discharge.

Of the total live births, 501 (7.45%) required more than initial resuscitation steps: 468 (6.96%) only bag-mask ventilation; 32 (0.488%) required endotracheal intubation in addition; one neonate (0.015%) required chest compressions and epinephrine administration in the delivery room.

Mortality

During the study period, 22 neonatal deaths occurred, resulting in an NMR of 3.27/1,000 live births (22/6,727). The early NMR was 2.52/1,000 live births (17/6,727), and the late NMR was 0.74/1,000 live births (5/6,727). [Table 2](#) shows the number of neonatal deaths (early and late) grouped by birth weight and the overall NMR.

Of the 22 neonatal deaths, 77.3% (17/22) were male, and 22.7% (5/22) were female. Regarding age at death, 77.27% (17/22) occurred within the first 7 days of life; of these, 36.36% (8/22) occurred within the first 24 h of life, and 40.90% occurred between days 2 and 7; the remaining 22.73% (5/22) died between days 8 and 28.

NMR was 0.09% (5/5,530) for term infants, 0.29% (3/1,024) for late preterm infants, 2.32% (3/129) for intermediate preterm infants, and 37.8% (14/37) for extremely preterm infants ([Table 3](#)). In singleton births,

Table 2. Early and late neonatal mortality by birth weight at ABC Medical Center Santa Fe campus (2011-2015), n = 22

Birth weight (g)	Alive newborn	Early neonatal death	Late mortality	Neonatal mortality total (%)
< 500	1	0	1	1 (100)
500-999	31	6	1	7 (22.58)
1000-1499	110	5	2	7 (6.36)
1500-1999	295	2	1	3 (1.02)
2000-2499	813	1	0	1 (0.12)
2500-2999	2411	2	0	2 (0.08)
3000-3499	2458	1	1	2 (0.08)
3500-3999	563	0	0	0 (0.00)
4000-4499	40	0	0	0 (0.00)
4500 +	5	0	0	0 (0.00)
Total	6727	17	5	22 (0.327)

Neonatal mortality rate = 3.27×1000 live births.

the mortality rate was 0.21% (13/6054); in twin births, it was 1.15% (7/607); and in triplet births, it was 3.03% (2/66).

The leading causes of death were extreme prematurity with respiratory distress due to surfactant deficiency and perinatal asphyxia, sepsis, and complex heart disease (Tables 4 and 5). Table 6 shows the annual NMR, and figure 1 shows the trend of the NMR over the 5-year study period (2011-2015).

Discussion

The NMR at the ABC Medical Center maternity ward from 2011 to 2015 was 3.27/1,000 live births (Table 6 and Fig. 1). The year 2011 showed the highest NMR (7.4/1,000 live births), explained by six deaths in extremely premature infants (one weighing 450 g), two late preterm infants (one with hypoplastic lungs, the other with complex heart disease), and one term infant with complex heart disease-all incompatible with life. In 2012, the NMR decreased to 2.35; in 2013, to 2.16; in 2014, it increased slightly to 3.45; and in 2015, it decreased to 1.44/1,000 live births, demonstrating a clear downward trend. This trend is expected to continue in subsequent years.

An analysis of neonatal mortality caused by gestational age group (Table 5) reveals that in term and late preterm infants, the leading causes of death were complex heart and lung malformations, consistent with findings in other publications^{15,16}. In intermediate and extremely premature infants, respiratory distress due to

surfactant deficiency and its complications accounted for most cases, consistent with the literature¹⁵⁻²³.

It is well known that male sex is a risk factor for neonatal morbidity and mortality. In this study, 77.3% of neonatal deaths were male, consistent with previous reports^{16,23}.

Birth weight is a significant risk factor for death. As table 2 shows, there was only one neonate weighing < 500g who died; in those weighing between 500 g and 999 g, mortality was 22.58% (77.42% survival); between 1000 g and 1499 g, mortality decreased to 6.36% (93.64% survival); between 1500 g and 1999 g, it decreased further to 1.02% (98.98% survival); between 2000 g and 2499 g, it was 0.12% (99.88% survival); between 2500 g and 2999 g and 3000 g and 3499 g, the rate was 0.08% (99.92% survival); all infants weighing 3500 g or more survived.

Regarding gestational age, mortality was 32.43% (survival 67.57%) for those born at < 28 weeks; thereafter, mortality changed dramatically, with rates of 1.55% (98.45% survival) for those born between 28 and 33 weeks, 0.29% (99.71% survival) for those born between 34 and 36 weeks, and 0.09% (99.91% survival) for term births.

Information on the risk of death (or survival) based on birth weight and gestational age is crucial for both obstetricians and pediatricians, providing valuable data for this institution.

The number of fetuses per pregnancy also affects prognosis. In this study, the risk of death in twins was 6.5 times higher, and in triplets 13.4 times higher than in singleton pregnancies, in line with other reports²⁴. In

Table 3. Early and late neonatal mortality by gestational age at birth at ABC Medical Center Santa Fe campus (2011-2015), n = 22

Gestational age	Alive newborns	Early neonatal death	Late neonatal death	Neonatal mortality total (%)
Extreme Preterm	37	10	2	12 (32.43)
Intermediate Preterm	129	1	1	2 (1.55)
Late Preterm	1024	2	1	3 (0.29)
Term	5530	4	1	5 (0.09)
Postterm	7	0	0	0 (0.0)
Total	6727	17	5	22 (3.27)

Neonatal mortality rate = 3.27×1000 live births.

Table 4. Main causes of neonatal mortality at ABC Medical Center Santa Fe 2011-2015

Diagnosis	Number of cases
Immaturity with surfactant deficiency and perinatal asphyxia	7
Sepsis	7
Complex congenital heart disease	5
Pulmonary Hypoplasia/HPP/acute renal failure/Shock	1
Mediastinal Mass/PPHN/Pneumothorax/electrical activity without Pulse	1
Non-immune hydrops	1

PPHN: persistent pulmonary hypertension of the newborn; IRA: acute renal failure.

all cases, deaths were linked to prematurity, intrauterine growth retardation, and severe congenital malformations, implying that a higher number of fetuses exponentially increases the risk of death²⁴⁻²⁸.

Table 7 presents the NMR and leading causes of death at this hospital and other public and private hospitals with similar study periods to allow for comparison. Table 7 also includes data and references for additional hospitals.

It is observed that in a private hospital in the State of Mexico with similar population characteristics, the NMR (during the period of 2016-2019) was 2.7/1,000 live births, with the main cause of death being hyaline membrane disease (HMD) complicated by neonatal sepsis and perinatal asphyxia¹⁷. Among public hospitals, the Hospital General de México reported an NMR of 13.19/1,000 live births in a publication covering 1995-2001, which is considered a national historical reference and surely well above its current figures; the main causes of death were persistent pulmonary hypertension in more than half of

the cases, followed by septicemia and intraventricular hemorrhage¹⁸. In the Hospital General de Tacuba (ISSSTE), period 2007-2008, the reported NMR was 11.6/1,000 live births, but the causes of death were not published¹⁹. In the Mexican Social Security Institute, neonatal mortality was analyzed for 15,613 neonatal deaths that occurred from 2011 to 2014 in obstetric care hospital units across 35 delegations in 32 states of the Mexican Republic. The NMR in 2011 was 8.7, with a significant decrease in 2014 to 8.1/1,000 live births; the most frequent causes of death were prematurity and its complications, bacterial sepsis, and congenital malformations²⁰.

At the General Hospital of Irapuato, a second-level care facility (period 2011-2012), which became a referral center with a certified NICU in 2010 for the management of preterm newborns, including those of extremely low birth weight, the reported NMR was 4.2/1,000 live births, and the main causes of death were sepsis, followed by HMD and complex congenital heart defects²¹.

The National Institute of Perinatology (INPer), which has a tertiary neonatal unit, reported an NMR of 17.7 in 2007 and 19.7/1,000 live births in 2008. In this study, the main causes of death were major congenital malformations incompatible with life, likely due to INPer being a high-risk maternal and neonatal referral institution¹⁵. In another more recent publication (2016) from INPer, the reported NMR was 18.5/1,000 live births and the main causes of death were extreme prematurity and complex congenital heart disease, including those who died in the same obstetric unit, with the consideration that these deaths should not be counted in the NMR as they are incompatible with life¹⁶.

In Guadalajara, a city with significant population growth and economic development, a study conducted from 2016 to 2017 at the Civil Hospital Dr. Juan I. Menchaca, which serves a low-income open population,

Table 5. Causes of neonatal mortality according to gestational age

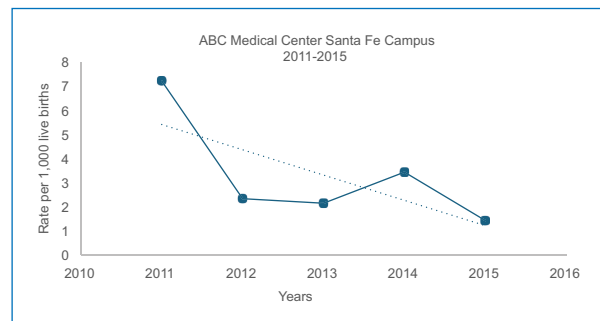
Gestational age Group	Number of deaths	Causes	Number of cases
Term	4	Complex Congenital Heart Diseases*	3
		Severe Asphixia + Sepsis	1
Late Preterm	3	Complex Congenital Heart Diseases**	2
		Pulmonary Hypoplasia	1
Intermediate Preterm	3	HMD & Sepsis	1
		PLR with PNPH	1
		Non-Immune Hydrops	1
Extreme Preterm	12	HMD with various complications	12

*Complex congenital heart diseases: Hypoplastic left heart (1), atresia of the valves and pulmonary arteries, severe tricuspid dysplasia (1); transposition of the great vessels, aortic arch atresia (1). Complex congenital heart diseases: Epstein's anomaly (1); hypoplastic left heart (1).
HMD: hyaline membrane disease; PLR: pulmonary liquid retention; PNPH: persistent neonatal pulmonary hypertension

Table 6. Neonatal mortality rate/1,000 live births by year ABC Medical Center Santa Fe Campus. 2011-2015

Year	NMR
2011	7.24
2012	2.35
2013	2.16
2014	3.45
2015	1.44

NMR: Neonatal mortality rate $\times$ 1,000 live births

**Figure 1.** Neonatal mortality rate by year.

documented an NMR of 18.8/1,000 live births, with the main causes of death being respiratory distress syndrome, infectious processes, congenital or genetic diseases, hemorrhagic disorders, and perinatal asphyxia²².

From abroad, a hospital in Cuba was selected for its excellent perinatal mortality statistics in Latin America, and a hospital in the United States was also included. At the University Gynecological–Obstetric Hospital Mariana Grajales in Cuba (period 1995-2012), the average NMR was 3.8/1,000 live births, and the most frequent causes of death were sepsis, congenital anomalies, HMD, intra-ventricular hemorrhage, and asphyxia²⁹. In the Good Samaritan Hospital in Cincinnati, Ohio, USA (period 1998-2009), among 73,547 live births, the NMR was 11.4/1,000 live births; the causes of death were persistent pulmonary hypertension in newborns, septicemia, and intraventricular hemorrhage³⁰. As can be observed, only the private hospital in the State of Mexico, which has similar characteristics in terms of the level of care and the

population it serves, presents a lower NMR than this institution, albeit with a study period 5 years more recent. Regarding the main causes of death, they are very similar to those of this hospital, with slight variations.

The socioeconomic characteristics of the pregnant population served at the ABC Medical Center Santa Fe, combined with the quality of obstetric and neonatal care, as well as the technology available in both the Surgical Delivery Unit and the Neonatal Intensive Care Unit, correspond to a tertiary level of medical care. The results confirm that it is one of the best in the country, with an NMR lower than that of most hospitals in the nation and well below the national average of 8/1,000 live births, according to the latest INEGI report in 2022⁵.

Implications for practice

According to the WHO and the International Classification of Diseases in its tenth version (ICD-10), perinatal mortality

Table 7. Comparison of neonatal mortality at ABC Medical Center Santa Fe with other private and public hospitals in the country

Year and location; level of medical care	Total live births	Mortality rate	Mortality causes
2011-2015 ABC Medical Center, Mexico City. Tertiary level	6,727 1,172 (17.42%) preterm	22 deaths 3.27×1000 live births	HMD with various complications, sepsis, and complex congenital heart diseases
2016-2019 Ángeles de las Lomas Hospital, State of Mexico. Tertiary level ¹⁷	4,234 584 (13.7%) preterm 57,431	2.7×1000 live births 758 deaths	HMD Neonatal sepsis Perinatal asphyxia PPHN
1995-2001 General Hospital of Mexico. Tertiary level ²⁴	2400 (4.1%) preterm	13.19×1000	Sepsis HIV
February 2007-July 2008 General Hospital of Tacuba, ISSSTE. Mexico City. Second level of Care ²⁵	1,115	13 deaths 11.6×1000 live births	Not reported
2011-2014 Mexican Social Security Institute (IMSS), Mexico. Tertiary level ²²	1,846 049	$8.1 \times 1,000$ Live Births	In premature infants: Sepsis, HMD Congenital heart diseases
2011-2012 General Hospital of Irapuato Second level ²⁶	10,532 736 (6.98%) preterm	45 Deaths 4.2×1000 Live Births	No causes of death reported for term neonates
January 2014-August 2015 INPer, Mexico City. Tertiary level ²³	6,371 118 deaths	118 deaths $18.5 \times 1,000$ live births	Congenital heart diseases
January 2016-January 2017 Civil Hospital of Guadalajara "Dr. Juan I. Menchaca." Tertiary level ²⁷	9366 live births	177 deaths 18.89×1000 live births	Malformations or genetic diseases RDS: respiratory distress syndrome Infections Hemorrhagic disorders Perinatal asphyxia
1995-2012 Mariano Grajales Gynecological-Obstetric University Hospital. Cuba ²⁹	No information	3.8×1000 live births	Neonatal sepsis Congenital anomalies HMD IVH and perinatal asphyxia
1998-2009 Good Samaritan Hospital, Cincinnati. Ohio USA ³⁰	73,547 live births	699 deaths 11.4×1000	PPHN Septicemia HIV

HMD: hyaline membrane disease; IVH: intraventricular hemorrhage; PPHN: persistent pulmonary hypertension of the newborn

refers to deaths that occur from 22 completed weeks (154 days of gestation) until 7 days after birth. Neonatal mortality refers to newborns who die before reaching 28 days of life. These deaths are considered universal indicators of living conditions and human development, as well as quality and access to health services. To date, all health institutions include in the NMR the neonatal deaths that occur in the delivery room or birth room, and these are recorded in early neonatal mortality (the first 7 days of life). It has been proposed that these deaths occurring immediately after birth (some extend this period even to

the first 6 h of life) correspond to extremely immature preterm infants or those with congenital malformations incompatible with life and should be considered in perinatal mortality (which includes deaths of neonates within the first 7 days of life) but not in early neonatal mortality, as survival does not depend on the quality of neonatal care³¹.

Implications for research

During the study period from 2011 to 2015, the NMR showed a clear downward trend, so it would be of great

interest to conduct a new record of neonatal mortality in recent years to evaluate whether advancements in obstetric and neonatal care over the last years have had an impact and are reflected in the NMR, which should continue to decrease to the irreducible minimum.

Conclusion

Newborns continue to have different probabilities of survival worldwide based on where they are born and the accessibility and availability of health services. The NMR at the ABC Medical Center is 3.27/1,000 live births, comparable to that of other private hospitals with similar characteristics and well below the national average.

Funding

The authors declare that they have not received funding.

Conflicts of interest

The authors declare no conflicts of interest.

Ethical considerations

Protection of humans and animals. The authors declare that no experiments involving humans or animals were conducted for this research.

Confidentiality, informed consent, and ethical approval. The authors have obtained approval from the Ethics Committee for the analysis of routinely obtained and anonymized clinical data, so informed consent was not necessary. Relevant guidelines were followed.

Declaration on the use of artificial intelligence. The authors declare that no generative artificial intelligence was used in the writing of this manuscript.

References

- World Health Organization. Global Health Observatory Data Repository. Child Mortality Levels 2013: Probability of Dying Per 1 000 Live Births. Data by Country. Available from: <https://apps.who.int>
- OMS. Mortalidad Neonatal. Available from: <https://www.who.int/es/news-room/factsheets/detail/newborn-mortality> [Last accessed on 2024 Mar 14].
- Sola A. Datos estadísticos vitales en Iberoamérica. Diferencias regionales y variabilidad intercentros. In: Cuidados Neonatales. Descubriendo la Vida de un Recién Nacido Enfermo. Argentina: Ediciones Médicas; 2011. p. 1411-8.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía INEGI. La mortalidad infantil en México. Estimación por entidad federativa y municipios. Aguascalientes: Instituto Nacional de Estadística y Geografía INEGI; 2010.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Demografía y Población. Número de defunciones registradas y tasa bruta por cada 100 mil habitantes (2013-2022). Comunicado de Prensa Número 644/23. Página 1/102. Comunicación social. Estadísticas de defunciones registradas (EDR). Aguascalientes: Instituto Nacional de Estadística y Geografía; 2022.
- Tasa de Mortalidad Neonatal (por cada 1000 nacidos) -México. Grupo Banco Mundial; 2024. Available from: <https://datos.bancomundial.org/indicador/sh.dyn.nmrt?>
- Ortiz-Ruiz ME, Corres-Molina M, García-Ruiz R, Rodríguez-Martínez JA. Morbilidad y mortalidad del neonato prematuro expuesto a tocolíticos, en el Centro Médico ABC. An Med (Mex). 2013;58:106-11.
- NORMA Oficial Mexicana NOM-007-SSA2-2016, Para la atención de la mujer durante el embarazo, parto y puerperio, y de la persona recién nacida. DOF:07/04/2016. Available from: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5432289&fecha=07/04/2016#gsc.tab=0
- Riley LE, Stark AR, editors. Standard terminology for reporting of reproductive health statistics in the United States. In: Guidelines for Perinatal Care. 7th ed. Elk Grove Village: American Academy of Pediatrics; 2012. p. 497.
- Barfield WD. Committee on Fetus and Newborn. Standard terminology for fetal, infant, and perinatal deaths. Pediatrics. 2011;128:177.
- Zacharias N. Perinatal mortality. UpToDate; 2014. Available from: www.uptodate.com/contents/perinatal-mortality
- National Center for Health Statistics. Available from: www.cdc.gov/nchs
- Gómez-Gómez M, Danglot-Banck C, Aceves-Gómez M. Clasificación de los niños recién nacidos. Rev Mex Pediatr. 2012;79:32-9.
- OMS. Nacimientos Prematuros; 2023. Available from: <https://www.who.int/es/news-room/factsheets/detail/preterm-birth#:~:text=A%20nivel%20internacional%2C%20la%20tasa,los%20niños%20nacidos%20en%202020>
- Fernández-Carrocera LA, Corral-Kassian E, Romero-Maldonado S, Segura-Cervantes E, Moreno-Verduzco E, Hernández-Peláez G, et al. Mortalidad neonatal en 2007 y 2008 en un centro de tercer nivel de atención. Bol Med Hosp Infant Mex. 2011;68:284-9.
- Carrera-Muñoz S, Hernández-Sarmiento M, Fernández-Carrocera LA, Cordero-González G, Corral-Kassian E, Barrera-Martínez PE, et al. Mortalidad neonatal en una institución de tercer nivel de atención. Perinatol Reprod Hum. 2016;30:97-102.
- Urquiza y Conde F, Martínez-Villafañe E, Tijerina-Tijerina G, Quesnel-García Benítez C, Oldak-Skivsky D. Morbilidad y mortalidad del recién nacido en un hospital privado de México. Ginecol Obstet Mex. 2020;88:525-35.
- Miranda-Del-Olmo H, Cardiel-Marmolejo LE, Reynoso E, Osas LP, Acosta-Gómez Y. Morbilidad y mortalidad en el recién nacido prematuro del Hospital General de México. Rev Med Hosp Gen Mex. 2003;66:22-8.
- Plaza-García M, Álvarez-Romero CT. Morbilidad neonatal en un hospital de segundo nivel de atención. Rev Mex Pediatr. 2013;80:93-7.
- González-Pérez DM, Pérez-Rodríguez G, Leal-Omana JC, Ruiz-Rosas RA, González-Izquierdo JJ. Tendencia y causas de mortalidad neonatal en el Instituto Mexicano del Seguro Social 2011-2014 a nivel nacional. Rev Mex Pediatr. 2016;83:115-23.
- Pérez-Zamudio R, López-Terrones CR, Rodríguez-Barboza A. Morbilidad y mortalidad del recién nacido prematuro en el Hospital General de Irapuato. Bol Med Hosp Infant Mex. 2013;70:299-303.
- Lona-Reyes JC, Pérez-Ramírez RO, Ramos LL, Gómez-Ruiz LM, Benítez-Vázquez EA, Patiño VR. Neonatal mortality and associated factors in newborn infants admitted to a Neonatal Care Unit. Arch Argent Pediatr. 2018;116:42-8.
- Fernández-Cantón SB, Gutiérrez-Trujillo G, Viguri-Uribe R. Principales causas de mortalidad infantil en México: tendencias recientes. Bol Med Hosp Infant Mex. 2012;69:144-8.
- Delgado-Becerra A, Morales-Barquet DA. Epidemiología del embarazo gemelar doble en el Instituto Nacional de Perinatología Isidro Espinoza de los Reyes. Perinat Reprod Hum. 2013;27:153-60.
- Luke B, Brown MB. The changing risk of infant mortality by gestation, plurality, and race: 1989-1991 versus 1999-2001. Pediatrics. 2006;118:2488-97.
- Devine PC, Malone FD, Athanassiou A, Harvey-Wilkes K, d'Alton ME. Maternal and neonatal outcome of 100 consecutive triplet pregnancies. Am J Perinatol. 2001;18:225-35.
- Al-Suleiman SA, Al-Jama FE, Rahman J, Rahman NS. Obstetric complications and perinatal outcome in triplet pregnancies. J Obstet Gynaecol. 2006;26:200-4.
- Garne E, Andersen HJ. The impact of multiple pregnancies and malformations on perinatal mortality. J Perinat Med. 2004;32:215-9.
- Clemades-Méndez AM, Salas-Sivero D, Molina Hernández O. Últimos dieciocho años de la mortalidad neonatal en el Hospital Ginecoobstétrico Mariana Grajales, Santa Clara Villa Clara, Cuba. Carta al editor. Med Electrón. 2014;18(4):204-6.
- Falciglia HS, Merkel RC, Glover V, Hasselfeld KA, Brady WK. The mortality of periviable and extremely premature infants and their impact on the overall neonatal mortality rate. Sci Rep. 2020;10:2503.
- Mohangoo AD, Blondel B, Gissler M, Velebil P, Macfarlane A, Zeitlin J. The Euro-Peristat Scientific Committee. International comparisons of fetal and neonatal mortality rates in high-income countries: should exclusion thresholds be based on birth weight or gestational age? PLoS One. 2013;8:e64869.

From memory persistence to pathological forgetting: molecular, cellular and structural mechanisms

De la persistencia de la memoria al olvido patológico: mecanismos moleculares, celulares y estructurales

Germán O. López-Riquelme¹, Héctor Solís-Chagoyán¹, Laura E. Ramos-Languren^{2,3},
and Diana V. Castillo-Padilla^{1*}

¹Center for Research in Cognitive Sciences, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Cuernavaca Morelos; ²Division of Professional Studies, Faculty of Psychology, Universidad Nacional Autónoma de México; ³Psychology Teaching Area, Clínica de Rehabilitación del Daño Cerebral (CLIREDAE) Dr. Hugo Iván González Gutiérrez. Mexico City, Mexico

Abstract

Memory is a non-unitary cognitive process that allows us to adapt to our environment, provides us with identity, and is the basis of motor and behavioral performance. Although we usually forget things, which is a normal and important function of memory because it allows us to filter important things from superfluous ones, forgetting important aspects of life is often associated with cognitive impairment related to aging or cognitive impairment. When diseases are related with pathological forgetting, it has been observed that the individual loses the ability to lead a normal life. One of the objectives of neurosciences has been to identify the mechanisms underlying Alzheimer's disease, which is mainly characterized by anterograde amnesia, in which the hippocampus is involved. The engram theory has re-emerged and has provided knowledge not only about memory persistence, but also about the mechanisms that are altered to give rise to pathological forgetting in Alzheimer's disease. Engrams refer to structural and/or chemical changes that are maintained after learning in a neuronal group in the hippocampus and cerebral cortex. In this work, we examine the cellular, molecular and structural mechanisms involved, which allow information to be persistently maintained in different neuronal substrates, in what are known as engrams and their relation to pathological forgetting.

Keywords: Hippocampus. Cortex. Engram. Alzheimer's disease. Pathological forgetting. Memory consolidation.

Resumen

La memoria es un proceso cognitivo no unitario que nos permite adaptarnos a nuestro medio, nos provee de identidad, y es la base de las ejecuciones motora y comportamental. Aunque normalmente olvidamos cosas, lo cual es una función normal e importante de la memoria pues permite filtrar aquellas cosas importantes de las superfluas, olvidar aspectos importantes de la vida suele estar asociado con deterioro cognitivo relacionado con el envejecimiento o con algún trastorno cognitivo. Cuando se presentan enfermedades que conllevan el olvido patológico, se ha observado que el individuo va perdiendo la capacidad para poder llevar a cabo una vida normal. Uno de los objetivos de las neurociencias ha sido identificar los mecanismos que subyacen al Alzheimer, enfermedad que se caracteriza principalmente por la amnesia anterógrada, en donde el hipocampo se ve involucrado. La teoría del engrama ha resurgido y ha aportado conocimiento

*Correspondence:

Diana V. Castillo-Padilla
E-mail: diana.castillo@uaem.mx

Date of reception: 28-01-2025

Date of acceptance: 30-01-2025

DOI: 10.24875/AMH.M25000094

Available online: 04-04-2025

An Med ABC. 2025;70(1):62-67

www.analesmedicosabc.com

0185-3252 / © 2025 Asociación Médica del Centro Médico ABC. Published by Permanyer. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

no sólo sobre la persistencia de la memoria, sino también sobre los mecanismos que son alterados para dar lugar al olvido patológico en el Alzheimer. Los engramas se refieren a los cambios estructurales y/o químicos que se mantienen después del aprendizaje en un grupo neuronal del hipocampo y más tarde en la corteza cerebral. En este trabajo, examinamos los mecanismos moleculares, celulares y estructurales involucrados, que permiten que la información sea mantenida persistentemente en diferentes substratos neuronales, es decir, en lo que se conoce como engramas y su relación con el olvido patológico.

Palabras clave: Hipocampo. Corteza. Engrama. Enfermedad de Alzheimer. Olvido patológico. Consolidación de la memoria.

Introduction

Memory is an emergent process of the brain, phylogenetically conserved, that allows us to retain biologically relevant information obtained from the environment for survival. In addition, it provides humans with the foundation to maintain a coherent relationship with our social reality and is the basis of our individuality¹. Based on its content, memory is classified into two types: Explicit (episodic and semantic) and implicit memory (priming, skills, habits, reflexes, etc.). The former is the type most affected in diseases characterized by pathological forgetting, such as Alzheimer's disease. As for the latter or non-declarative memory, it is the last to be affected in Alzheimer's disease, as the structures supporting this type of memory do not degenerate until very advanced stages of the disease. On the other hand, when considering its temporality, memory is divided into short-term memory and long-term memory. The latter requires a process called consolidation, where information, which is labile and temporary during acquisition, becomes stable and persistent over time². At present, two types of information consolidation have been described, both necessary for storing information in the brain in the long term:

Structural consolidation

This occurs after the process known as long-term potentiation (LTP) or long-term depression (LTD) (each involving different molecular mechanisms). Structural consolidation begins in the brain structure responsible for encoding a specific type of information³.

Systems consolidation

Like the former, it requires cellular, molecular, and structural mechanisms but involves subcortical connections with various cortical regions (which will be the final relays of the information)³.

Molecular loops

For both types of consolidation to occur, the reactivation (reverberation) of the same group of neurons initially activated for encoding is required⁴. In this regard, it has been demonstrated that protein synthesis is essential for molecular and cellular reactivation, enabling long-term information storage⁵. This occurs to maintain cellular metabolism and prolong neuronal communication, resulting in subsequent structural changes. Pharmacological blocking of long-term "molecular reactivations" prevents memory persistence and structural change^{6,7}. Many authors have confirmed that dopamine activation loops, for example, are fundamental for memory persistence^{7,8}. Wang et al. demonstrated that the reactivation of the calcium-calmodulin kinase II protein and NMDA-type glutamatergic receptors is also important⁹. In addition, the reactivation of proteins in the mitogen-activated protein kinase (MAPK) pathway and the transcription factor CREB during sleep has been observed¹⁰.

Structural consolidation

At the structural level, it has been proposed that morphological changes in neurons (shape, size, and number of dendrites) are required for the establishment of long-term memories¹¹. To date, it is known that dendrites, and primarily their spines, are the sites of greatest excitatory contact in a neuron¹²; moreover, their intrinsic properties allow them to be recruited to form part of the memory trace or engram¹³. Semon proposed that experience in organisms activates a group of neurons, which undergo persistent chemical and/or physical changes that lead them to become an engram¹⁴. Therefore, it has been observed that the intrinsic electrical properties of neurons allow them to be selected in the neuronal group that will form the engram, whose formation depends on experiences¹⁵. The formation of these groups also requires molecular mechanisms, such as the participation of early-expression genes¹⁶. For the structural changes induced by learning to be

maintained in neurons, increases in actin in the cytoskeleton are required¹⁷.

Similarly, studies have been conducted in different subcortical and cortical regions, confirming the existence of anatomical changes in dendrites and dendritic spines underlying different types of learning. In fear conditioning, for example, microstructural morphological changes have been observed in the amygdala¹⁸, or in the hippocampus following spatial memory¹⁹. In cortical areas, it has been observed that after a motor task and its repetition, dendritic spines increase in the motor cortex²⁰. Furthermore, regarding the cellular mechanisms underlying these structural changes, both the induction of LTP²¹ and LTD²² can produce microstructural changes in neurons.

Systems consolidation and engrams

The theory of the physical state of memory was initially proposed in “The Physical Theory of Human Memory” by Semon and Simon in 1921. The engram law proposed by these authors postulates that changes (which form the engram) occur after the encoding of a stimulus. Semon proposed that experience in organisms activates a group of neurons, which undergo persistent chemical and/or physical changes that lead them to become an engram. Thus, the reactivation of the engram through signals from the specific moment of the experience would induce memory retrieval. In addition, in their work, they define ecphory as the activation by some influence of the engram or silent memory trace (which we now call retrieval or spontaneous recall)²³. At present, various studies have delved into the study of memory persistence, especially regarding how and where long-term memory is stored. Canadian neuropsychologist Brenda Milner studied the case of H.M., a patient who underwent surgical removal of the hippocampus bilaterally. The results showed that patient H.M. could not store recent information. This situation was termed anterograde amnesia²⁴. This study paved the way for several studies that corroborated that the hippocampus houses the temporal repertoire of information. Subsequently, it was postulated that memory is stored, according to its temporality, in two timeframes: (1) short-term memory, which appears at the beginning and is dependent on the hippocampus; (2) long-term memory, which occurs over time and repetitions and becomes relatively independent of the hippocampus and dependent on the cerebral cortex, leading to systems consolidation²⁵. Later, we will see how hippocampal neurogenesis continues to play a role

in the retrieval of information already stored in the cortex.

To recap, engrams refer to the structural and/or chemical changes that persist after learning and underlie the memories formed after such learning²⁶. In this regard, the formation of local engrams-complex or neuronal group-will require the reactivation of this group of cells in subcortical structures^{26,27}. This ensures the storage of short-term memory. Subsequently, continuous and reverberant communication with the cerebral cortex will allow structural reorganization, leading to the formation of the cortical engram, which is nothing more than the memory trace that will form in different cortical areas depending on the type of memory to be stored^{3,28} and will be “independent” of subcortical regions to persist and give rise to long-term memory³. In addition, it has been reported that the memory trace is not a simple process; it apparently requires not just one engram but a network of engrams distributed across various parts of the brain²⁷.

Sleep, consolidation, and the engram

As mentioned earlier, the systems consolidation hypothesis supports the existence of continuous communication between the hippocampus and various cortical areas¹⁴. In early studies on the topic, the relationship between sleep and memory initially focused on the hypothesis that memories were formed during REM (paradoxical) sleep. At present, it has been proposed that memory formation also occurs during slow-wave sleep²⁹. It has been demonstrated that the visual cortex and hippocampus remain in constant communication during sleep³⁰. Furthermore, it has recently been shown that during sleep, information is processed by category, which is how it becomes consolidated³¹. Finally, it has been observed that sleep facilitates structural remodeling in the hippocampus after learning and promotes the reactivation of the engram³².

Neurogenesis and the engram

Neurogenesis is the ability of the nervous system to produce new neurons. In the adult brain, new neurons are produced in the dentate gyrus and the subventricular zone of the hippocampus. These new neurons exhibit high excitability, a condition that facilitates their recruitment to form an engram³³. The formation of the engram also requires the participation of interneurons³⁴. In addition, it has been observed that new cells provide protection against information interference³⁵. Interestingly,

studies in rodent brains have shown that increasing the rate of neurogenesis in an Alzheimer's model restores memory³⁶. This suggests that new neurons may facilitate information retrieval through a mechanism involving a hippocampus-cortex engram network.

The prediction error (PE) theory and the engram

Our brain enables us, as organisms, to adapt to the environment in which we operate at any given moment. To meet this challenge, we need to predict the future in very short timeframes based on the regularities (familiarity) and irregularities (unfamiliarity) of the environment perceived by the sensory system during encoding. The PE model is based on the hypothesis that, when a prediction is not met, neural mechanisms are activated to restore homeostasis³⁷. Therefore, perceptual states, motivations, and behaviors of an organism can be redirected³⁸. Information is updated by the hippocampus when it is retrieved spatiotemporally, and the prefrontal cortex compares it with potentially familiar information for final integration³⁹. Finally, this theory is related to studies aimed at measuring spontaneous retrieval (in response to cues) or ecphory, as a convergence between perceptual experience and the engram has been proposed in a process called ecphoric interaction⁴⁰.

Forgetting and the engram

Forgetting is a process that affects the cognitive process of memory and is the inability to retrieve previously learned information. Natural forgetting is distinct from amnesia, as the latter is considered a pathological process⁴¹. In this regard, the engram theory has also contributed interesting proposals about the mechanisms of pathological forgetting and supports the theory of altered information retrieval.

It was previously reported that a group of neurons in the CA1 area of the hippocampus needs to be reactivated for information retrieval⁴². Similarly, when this neuronal group is inhibited, activity in a specific cortical cell group responsible for learning is also reduced⁴³. This suggests that retrieval may depend on the cooperation of hippocampus-cortex engrams. However, it is necessary to consider how long after encoding engram manipulation studies are conducted. When hippocampal engram dependence is evaluated twelve days after learning, it becomes independent of the hippocampus and dependent on the cortical engram in the medial

prefrontal cortex⁴⁴. Poll et al. studied the participation of the local engram in the CA1 region of the hippocampus in an Alzheimer's model, finding that competition can occur between two engrams with very similar information, making it difficult to retrieve the correct information (interference)⁴⁵. Another study demonstrated that in the Alzheimer's model, rodents have lower dendritic spine density in the dentate gyrus, which correlates with a deficit in memory retrieval²⁷. In addition, studies demonstrate that, under natural and pathological conditions, the engram-cortical or final relay-is resilient; this suggests that the engram remains physically intact and can be functional, indicating that forgetting may occur due to problems in information retrieval⁴⁶. It is also worth considering that there appear to be distributed engram networks in the brain whose activation depends on the stimulus, which may or may not facilitate retrieval²⁷. Furthermore, in Alzheimer's disease, one of the roles of the hippocampus in pathological forgetting is related to a low rate of neurogenesis; however, increasing the number of new neurons can reverse memory retrieval impairments³⁶.

Human memory and the engram

The measurement of human memory dates back to the studies of Ebbinghaus. The studies conducted by Ebbinghaus demonstrated that retention depends on practice; the more we practice, the more we remember the stimuli we have learned⁴⁷. In neuropsychology, pathological forgetting had been detected through neuropsychological tests or batteries (a group of tests aimed at pathology) only when changes were significant, that is, when consolidation and, therefore, information retrieval (delayed recall) were already compromised. Recently, there has been an emphasis on the pre-clinical study of dementias to detect changes prior to extreme deterioration in the subject, allowing for early intervention. The application of tests involving cognitive stress has been proposed to reveal subtle cognitive changes that correlate with neuroanatomical changes related to Alzheimer's disease⁴⁸. According to the engram theory, in Alzheimer's dementia, the structural alteration leading to hippocampal deterioration, although not limited to this structure due to its neurodegenerative nature, will impair proper information consolidation, resulting in rapid pathological forgetting. Recent findings on engrams may open future opportunities to prevent severe cognitive decline in patients with Alzheimer's disease.

Conclusion

We have updated information on the molecular, cellular, and structural mechanisms that contribute to long-term memory formation. We revisited the engram theory and its importance in explaining not only the maintenance and persistence of memory but also in understanding the mechanisms underlying pathological forgetting caused by Alzheimer's disease. We also highlighted the relevance of two physiological processes, sleep and neurogenesis, and their roles in memory formation and retrieval. Finally, we provided a brief summary of predictive behavior in the PE theory and its connection to the engram theory.

Funding

The authors declare that this work was supported by funds from the Dirección General de Asuntos del Personal Académico (DGAPA) of the Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), through the Programa de Apoyo a Proyectos para la Innovación y la Educación (PAPIME): Project PE308423 to L.E.R.L.

Conflicts of interest

The authors declare no conflicts of interest.

Ethical considerations

Protection of humans and animals. The authors declare that no experiments involving humans or animals were conducted for this research.

Confidentiality, informed consent, and ethical approval. The study does not involve patient personal data nor requires ethical approval. The SAGER guidelines do not apply.

Declaration on the use of artificial intelligence. The authors declare that no generative artificial intelligence was used in the writing of this manuscript.

References

- Kandel ER, Hawkins RD. The biological basis of learning and individuality. *Sci Am*. 2007;267:78-86.
- Dudai Y. Molecular bases of long-term memories: a question of persistence. *Curr Opin Neurobiol*. 2002;12:211-6.
- Wittenberg GM, Sullivan MR, Tsien JZ. Synaptic reentry reinforcement based network model for long-term memory consolidation. *Hippocampus*. 2002;12:637-47.
- Tonegawa S, Morrissey MD, Kitamura T. The role of engram cells in the systems consolidation of memory. *Nat Rev Neurosci*. 2018;19:485-98.
- Gold PE. Protein synthesis inhibition and memory: formation vs amnesia. *Neurobiol Learn Mem*. 2008;89:201-11.
- Bekinschtein P, Cammarota M, Müller-Igaz L, Bevilacqua LR, Izquierdo I, Medina JH. Persistence of long-term memory storage requires a late protein synthesis- and BDNF- dependent phase in the hippocampus. *Neuron*. 2007;53:261-77.
- Katche C, Bekinschtein P, Slipczuk L, Goldin A, Izquierdo IA, Cammarota M, et al. Delayed wave of c-Fos expression in the dorsal hippocampus involved specifically in persistence of long-term memory storage. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2010;107:349-54.
- Guzmán-Ramos K, Bermúdez-Rattoni F. Post-learning molecular reactivation underlies taste memory consolidation. *Front Syst Neurosci*. 2011;5:79.
- Wang H, Shimizu E, Tang YP, Cho M, Kyin M, Zuo W, et al. Inducible protein knockout reveals temporal requirement of CaMKII reactivation for memory consolidation in the brain. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2003;100:4287-92.
- Luo J, Phan TX, Yang Y, Garellick MG, Storm DR. Increases in cAMP, MAPK activity, and CREB phosphorylation during REM sleep: implications for REM sleep and memory consolidation. *J Neurosci*. 2013;33:6460-8.
- Bailey CH, Kandel ER. Structural changes accompanying memory storage. *Annu Rev Physiol*. 1993;55:397-426.
- Amaral MD, Pozzo-Miller L. The dynamics of excitatory synapse formation on dendritic spines. *Cellscience*. 2009;27:19-25.
- Mozzachioli R, Byrne JH. More than synaptic plasticity: role of nonsynaptic plasticity in learning and memory. *Trends Neurosci*. 2010;33:17-26.
- Semon RW, Simon L. *The Mneme*. London, New York: G. Allen and Unwin Ltd., The Macmillan Company; 1921. p. 304.
- Cai DJ, Aharoni D, Shuman T, Shobe J, Biane J, Song W, et al. A shared neural ensemble links distinct contextual memories encoded close in time. *Nature*. 2016;534:115-8.
- Mocle AJ, Ramsaran AI, Jacob AD, Rashid AJ, Luchetti A, Tran LM, et al. Excitability mediates allocation of pre-configured ensembles to a hippocampal engram supporting contextual conditioned threat in mice. *Neuron*. 2024;112:1487-97.
- Lamprecht R. Actin cytoskeleton role in the maintenance of neuronal morphology and long-term memory. *Cells*. 2021;10:1795.
- Johansen JP, Cain CK, Ostroff LE, LeDoux JE. Molecular mechanisms of fear learning and memory. *Cell*. 2011;147:509-24.
- Tronel S, Fabre A, Charrier V, Oliet SH, Gage FH, Abortion DN. Spatial learning sculpts the dendritic arbor of adult-born hippocampal neurons. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2010;107:7963-8.
- Albarran E, Raissi A, Jáidar O, Shatz CJ, Ding JB. Enhancing motor learning by increasing the stability of newly formed dendritic spines in the motor cortex. *Neuron*. 2021;109:3298-311.e4.
- De Roo M, Klausner P, Mendez-Garcia P, Pogliani L, Muller D. Spine dynamics and synapse remodeling during LTP and memory processes. *Prog Brain Res*. 2008;169:199-207.
- Zhou Q, Homma KJ, Poo MM. Shrinkage of dendritic spines associated with long-term depression of hippocampal synapses. *Neuron*. 2004;44:749-57.
- Schacter DL, Eich JM, Tulving E. Richard Semon's theory of memory. *J Verbal Learn Verbal Behav*. 1978;17:21-43.
- Scolville WB, Milner B. Loss of recent memory after bilateral hippocampal lesions. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 1957;20:11-21.
- Wiltgen BJ, Brown RA, Talton LE, Silva AJ. New circuits for old memories: the role of the neocortex in consolidation. *Neuron*. 2004;44:101-8.
- Josselyn SA, Tonegawa S. Memory engrams: recalling the past and imagining the future. *Science*. 2020;367:eabw4325.
- Roy DS, Park YG, Kim ME, Zhang Y, Ogawa SK, DiNapoli N, et al. Brain-wide mapping reveals that engrams for a single memory are distributed across multiple brain regions. *Nat Commun*. 2022;13:1799.
- Park A, Jacob AD, Hsiang HL, Frankland PW, Howland JG, Josselyn SA. Formation and fate of an engram in the lateral amygdala supporting a rewarding memory in mice. *Neuropsychopharmacology*. 2023;48:724-33.
- Born J, Wilhelm I. System consolidation of memory during sleep. *Psychol Res*. 2012;76:192-203.
- Ji D, Wilson MA. Coordinated memory replay in the visual cortex and hippocampus during sleep. *Nat Neurosci*. 2007;10:100-7.
- Siefert EM, Uppuluri S, Mu J, Tandon MC, Antony JW, Schapiro AC. Memory reactivation during sleep does not act holistically on object memory. *J Neurosci*. 2024;44(24):e0022242024.
- Wang L, Park L, Wu W, King D, Vega-Medina A, Raven F, et al. Sleep-dependent engram reactivation during hippocampal memory consolidation associated with subregion-specific biosynthetic changes. *iScience*. 2024;27:109408.
- Kee N, Teixeira CM, Wang AH, Frankland PW. Preferential incorporation of adult-generated granule cells into spatial memory networks in the dentate gyrus. *Nat Neurosci*. 2007;10:355-62.
- Grigoryan G, Harada H, Knobloch-Bollmann HS, Kiliaan A, Kaufhold D, Kulik A, et al. Synaptic plasticity at the dentate gyrus granule cell to somatostatin-expressing interneuron synapses supports object location memory. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2023;120(51):e2312752120.
- Koolschijn RS, Emir UE, Pantelides AC, Nili H, Behrens TE, Barron HC. The hippocampus and neocortical inhibitory engrams protect against memory interference. *Neuron*. 2019;101:528-41.e6.
- Mishra R, Phan T, Kumar P, Morrissey Z, Gupta M, Hollands C, et al. Augmenting neurogenesis rescues memory impairments in Alzheimer's disease by restoring the memory-storing neurons. *J Exp Med*. 2022;219:e20220391.

37. Terao K, Matsumoto Y, Mizunami M. Critical evidence for the prediction error theory in associative learning. *Sci Rep.* 2015;5:8929.
38. Zárate-Rochín AM, López-Riquelme GO. Transformación de la memoria: consolidación, reconsolidación y error de predicción. *Rev Concienc EPG.* 2022;7:116-42.
39. Takehara-Nishiuchi K. Prefrontal-hippocampal interaction during the encoding of new memories. *Brain Neurosci Adv.* 2020;4:2398212820925580. Available from: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/2398212820925580>
40. Frankland PW, Josselyn SA, Stefan Köhler S. The neurobiological foundation of memory retrieval. *Nat Neurosci.* 2019;22:1576-85.
41. Medina JH. Neural, cellular and molecular mechanisms of active forgetting. *Front Cyst Neurosci.* 2018;12:3.
42. Tayler KK, Tanaka KZ, Reijmers LG, Wilten BJ. Reactivation of neural ensembles during the retrieval of recent and remote memory. *Curr Biol.* 2013;23:99-106.
43. Tanaka KZ, Pevzner A, Hamidi AB, Nakazawa Y, Graham J, Wilten BJ. Cortical representations are reinstated by the hippocampus during memory retrieval. *Neuron.* 2014;84:347-54.
44. Kitamura T, Ogawa SK, Roy DS, Okuyama T, Morrissey MD, Smith LM, et al. Engrams and circuits crucial for systems consolidation of a memory. *Science.* 2017;356:73-8.
45. Poll S, Mittag M, Musacchio F, Justus LC, Giovannetti EA, Steffen J, et al. Memory trace interference impairs recall in a mouse model of Alzheimer's disease. *Nat Neurosci.* 2020;23:952-8.
46. Ryan TJ, Roy DS, Pignatelli M, Arons A, Tonegawa S. Memory. Engram cells retain memory under retrograde amnesia. *Science.* 2015;348:1007-13.
47. Ebbinghaus H. *The Principles of Psychology.* Leipzig: Veit; 1902. p. 437.
48. Curiel-Cid RE, Matias-Guiu JA, Loewenstein DA. A review of novel cognitive challenge tests for the assessment of preclinical Alzheimer's disease. *Neuropsychology.* 2023;37:661-72.

La simulación como metodología de enseñanza en la formación del médico del futuro

Simulation as a teaching methodology in the training of the future physician

Daniela Londoño-Beltrán¹, Fernando Dias-Nogueira¹, Fernanda Orozco-Muñoz¹,
Jorge Loría-Castellanos² y Ariana Cerón-Apipilhuasco^{1*}

¹Centro Anáhuac de Simulación Clínica, Universidad Anáhuac; ²Coordinación de Proyectos Especiales en Salud, Instituto Mexicano del Seguro Social. Ciudad de México, México

Resumen

La medicina en México se enfrenta cada vez con mayor frecuencia a crecientes interrogantes sobre su futuro, destacando la vulnerabilidad en la formación de los profesionales de la salud. El uso de la tecnología de manera adyuvante en la práctica médica ha generado una discusión constante sobre la ética profesional, especialmente en lo que respecta al registro y la divulgación de casos médicos. Hoy en día, la utilización en el ámbito médico de dispositivos como un teléfono inteligente debe verse acompañada por una reflexión ética continua, cerciorándose de que sea utilizada de manera responsable y se tengan muy claros los límites. Al mismo tiempo, la tecnología ya es un recurso invaluable en el diagnóstico y transforma la enseñanza médica. La tecnología ha llegado a revolucionar el campo médico y la enseñanza de este, y tal cambio exige que se acelere la adaptación de los métodos de formación, garantizando que los médicos del futuro estén profundamente comprometidos con el bienestar de sus pacientes mientras hacen uso de las nuevas herramientas tecnológicas.

Palabras clave: Bioética. Simulación médica. Innovación educativa. Educación médica. Bienestar del paciente.

Abstract

Medicine in Mexico is increasingly facing growing questions about its future, highlighting the vulnerability in the training of healthcare professionals. The use of technology as an adjunct in medical practice has sparked ongoing discussions about professional ethics, especially regarding the recording and dissemination of medical cases. Nowadays, the use in the medical field of devices such as a smartphone must be accompanied by continuous ethical reflection, ensuring that it is used responsibly and with clear boundaries. At the same time, technology has already become an invaluable resource in diagnosis and is currently transforming the medical field on a global scale. Today, technology has revolutionized the medical field and its education. This shift demands that we accelerate the adaptation of training methods, ensuring that doctors of the future are deeply committed to the well-being of their patients while making use of new technological tools.

Keywords: Bioethics. Medical simulation. Educational innovation. Medical education. Patient well-being.

*Correspondencia:

Ariana Cerón-Apipilhuasco
E-mail: ariana.ceron85@gmail.com

Fecha de recepción: 28-01-2025

Fecha de aceptación: 07-02-2025

DOI: 10.24875/AMH.M25000101

Disponible en internet: 04-04-2025

An Med ABC. 2025;70(1):68-74

www.analesmedicosabc.com

0185-3252 / © 2025 Asociación Médica del Centro Médico ABC. Publicado por Permanyer. Este es un artículo open access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introducción

La medicina es un campo que se encuentra en constante evolución, y la incorporación de la tecnología en la simulación ha sido un factor clave para la formación y la capacitación de los profesionales de la salud. La educación basada en simulación permite conocer un entorno seguro en el que los profesionales de la salud practican procedimientos complejos, toma de decisiones críticas, trabajo en equipo multidisciplinario e incluso correcto trato al paciente como ser humano; todo lo anterior sin poner en riesgo la seguridad del paciente. Sin embargo, a medida que el campo médico crece, así como el uso de la simulación, surgen distintas cuestiones éticas. La bioética desempeña un papel fundamental en asegurar que la implementación y el uso de la tecnología de simulación en la educación se realicen de manera responsable¹.

Este estudio explorará la intersección de la bioética y la simulación en medicina, examinando las implicaciones éticas del uso de la tecnología de simulación con fines educativos. Al analizar los desafíos éticos y los principios clave involucrados en la educación basada en simulación, esta investigación tiene como objetivo proporcionar información sobre cómo la bioética puede guiar la práctica ética de la simulación en medicina.

El avance de la medicina, junto con la integración de la tecnología, han transformado la práctica y la formación de los médicos del futuro. Antes de abordar la parte práctica es importante considerar la formación universitaria, la cual también ha experimentado cambios significativos para mantenerse actualizada de acuerdo con las necesidades del sector salud. La reforma curricular de los cursos de medicina no es un asunto nuevo, pero también ha generado inquietud y, sobre todo, un gran debate².

La carrera de médico cirujano es una de las licenciaturas más competitivas en las principales universidades de México. En la Universidad Autónoma de México (UNAM), el año pasado se graduaron 1019 médicos generales, de los cuales 634 fueron mujeres y 385 fueron hombres. En cuanto a especialización, la UNAM formó a 4000 residentes y 1500 especialistas. Durante el ciclo escolar 2022-2023, el total de aspirantes a esta licenciatura fue de 31,213, pero la oferta de lugares disponibles fue solo de 1030, lo que significa que únicamente 1 de cada 16 estudiantes logró ingresar. Quienes ingresan hoy en día a la licenciatura se enfrentan a un entorno muy diferente del que encontraron aquellos que ya se graduaron de la misma.

Sin embargo, las directrices curriculares actuales no han cambiado en años y siguen guiando lo que debe enseñarse en los cursos de medicina en México. Aunque estas guías permiten cierta flexibilidad para que las facultades organicen sus currículos académicos según la directriz bioética que siguen, funcionan más como una base sobre la cual se construyen los planes educativos, lo que permite que tanto las instituciones públicas como las privadas revisen sus prácticas periódicamente. No obstante, este proceso no es simple ni rápido³.

La necesidad de un currículo adaptable es fundamental; debe evolucionar junto con los cambios en la profesión y en la sociedad. En medicina es crucial dirigir los esfuerzos hacia las necesidades de la salud de la población, las actualizaciones tecnológicas y los nuevos conocimientos sobre las enfermedades. Esto requiere diseñar una formación adecuada al tiempo estipulado, que en México son 6 años para la formación de nuevos médicos. Para llegar a este resultado, las universidades deben contar con un cuerpo docente capacitado en bioética, que pueda aplicar estos principios para transmitir el conocimiento de manera eficaz. Además, los profesores deben mantenerse actualizados conforme a las demandas del mercado⁴.

Actualmente, uno de los mayores desafíos es integrar en el plan de estudios las diversas tecnologías que están transformando el sector, como la inteligencia artificial, la cirugía robótica, el uso de algoritmos en la práctica diaria y, por supuesto, la simulación médica⁵.

También es crucial reconocer las habilidades que un futuro médico debe poseer. A menudo, las habilidades sociales y de comunicación, conocidas como *soft skills*, son dejadas a un lado, pero no se puede olvidar que son muy importantes para la formación médica⁶. Hoy en día nos enfrentamos a un entorno en el cual el paciente tiene acceso a conocimiento médico con un solo clic en sus dispositivos, y contrario a lo que podría parecer, el aumento de la tecnología no debería debilitar la relación médico-paciente, sino fortalecerla. La expectativa es que la automatización de los procesos médicos permita a los profesionales de la salud dedicar más tiempo a escuchar a sus pacientes y así establecer una relación de proximidad y confianza. Por esta razón, la empatía, la comunicación y la conciencia de las desigualdades sociales son habilidades requeridas desde el inicio de la formación médica, y estas se adquieren mediante la práctica. Estas prácticas, que son una nueva aproximación curricular, incluyen el contacto temprano con la comunidad y el día a día de la profesión⁷.

Las metodologías educativas actuales enfrentan el desafío de desarrollar competencias clave para la medicina. Muchas de ellas carecen de un enfoque suficiente en la aplicación práctica de los conocimientos teóricos. En este sentido, la simulación de procedimientos médicos, que durante mucho tiempo se realizó con modelos animales o simuladores caseros, enfrenta ahora el desafío de evolucionar para integrar métodos de imagen, procedimientos mínimamente invasivos y la práctica del médico general. Entre las desventajas, los simuladores caseros requieren mucho tiempo y esfuerzo para su preparación, necesitan cuidados de almacenamiento y pueden perder características esenciales con el tiempo, lo que lleva a su rápido desgaste e inutilización⁸.

La bioética se ha vuelto un tema cada vez más presente en el proceso de aprendizaje de la medicina, sacando a la luz cuestiones morales relacionadas con la vida animal y sobre todo con la humana. Es fundamental que la formación de los profesionales de la salud incluya dentro de su deontología médica el actuar de acuerdo con los principios bioéticos.

Panorama histórico de la bioética en la medicina

El término «bioética» fue acuñado por Fritz Jahr en 1927, quien lo utilizó para describir la ética en las relaciones entre los seres humanos, los animales y la naturaleza. Posteriormente, en 1955, el concepto fue ampliado para abarcar el estudio sistemático de las dimensiones morales en el campo de las ciencias de la salud, dentro de las cuales se encuentran la visión moral, las decisiones, la conducta y las directrices que guían a estas disciplinas. Este enfoque integró diversas metodologías éticas dentro de un marco interdisciplinario.

Durante la década de 1970, Van Rensselaer Potter incorporó el término a su discurso académico en su artículo titulado *Bioética*. La bioética obtuvo su primera aparición en la *Enciclopedia de Bioética*⁹ y se definió como el estudio sistemático de la conducta humana en el campo de las ciencias de la vida y del cuidado de la salud, examinadas a la luz de los valores y principios morales. En 1979, Beauchamp y Childress publicaron *Principles of Biomedical Ethics*, libro que expone la corriente del principialismo y sus principios directivos: beneficencia, no maleficencia, autonomía y justicia.

La bioética constituye una interdisciplina que se encarga de procesar de manera sistemática las relaciones recíprocas entre disciplinas o campos de conocimiento, planteando así la posibilidad de abarcar

objetos de estudio dados como sistemas complejos para obtener una visión más amplia de la realidad y así lograr resolver problemas difíciles.

López-Gómez et al.⁹ abunda en el término al decir que la bioética constituye una disciplina (interdisciplinar) que estudia, en modo riguroso, el ámbito de la praxis humana que hace referencia a la biología como adecuada respecto a la vida en general, y a la medicina como adecuada al cuidado de la salud, al tiempo en que la interdisciplinariedad y el pluralismo constituyen formas ordenadas del saber bioético. Se puede decir que la bioética no solo es una interdisciplina⁹.

Con esta definición, López-Gómez et al.⁹ subraya que existen varias ciencias relacionadas con la bioética. La primera y más evidente es la de los profesionales de la salud, como médicos, enfermeras, etc., que están expuestos día a día al trato con personas, y cada paciente representa un verdadero dilema moral. Luego este acto dilemático y ético requiere un análisis metodológico de discernimiento y deliberación. También los abogados y los representantes legales desempeñan un papel en el análisis bioético, al igual que los filósofos dedicados a la ética aplicada tienen un rol significativo para integrar un pensamiento bioético que ayuda en la conquista de decisiones en el campo de la salud y de la vida humana. Estos ejemplos refuerzan la idea de que todo análisis en bioética no solo es interdisciplinario, sino que va más allá y se representa como una transdisciplina⁹.

La reseña histórica de la bioética en medicina rastrea la evolución de las consideraciones éticas dentro del campo, en particular a la luz de los avances en las tecnologías y las prácticas sanitarias. Las primeras discusiones sobre bioética giraron predominantemente en torno a principios como la autonomía, la beneficencia, la no maleficencia y la justicia, que formaron la base para la toma de decisiones éticas en entornos médicos. Como se destaca¹⁰, la interfaz entre religión y bioética ha tenido un papel importante en la configuración del discurso ético, con diversas perspectivas religiosas que contribuyen a las discusiones sobre temas polémicos como el suicidio asistido y la salud reproductiva. Además, los desafíos de diseñar planes de estudio de bioética para estudiantes internacionales de posgrado, como describen Leysen et al.¹¹, enfatizan la importancia de fomentar el diálogo y la dinámica de grupo positiva para facilitar la comprensión intercultural en las deliberaciones éticas. Este contexto histórico no solo informa el desarrollo de la educación en bioética, sino que también subraya la necesidad de un enfoque integral que incorpore diversos puntos de vista y

promueva la reflexión ética en la práctica de la medicina y la atención médica¹¹.

Papel de la simulación en la educación médica

Simular se traduce en representar algo imitando un escenario real. La simulación en ciencias de la salud es una herramienta que con el tiempo ha cobrado gran importancia como instrumento educativo en todo el mundo, mismo que permite aprender habilidades y destrezas en diferentes escenarios que reproducen la realidad, evitando así el error médico, cuidando la seguridad del paciente y, sobre todo, proporcionando al profesional de la salud seguridad y habilidades emocionales para la vida real¹².

La simulación se ha convertido en un componente esencial para la educación médica, pues nos ayuda proporcionando una plataforma para que los alumnos de ciencias de la salud adquieran tanto experiencia práctica como humanitaria en un entorno seguro y controlado. Además, la incorporación de la educación basada en simulación a lo largo del proceso de aprendizaje permite a los profesionales de la salud desarrollar habilidades clínicas, procedimentales y emocionales fundamentales para su práctica. Diversos estudios enfatizan en la importancia de las prácticas deliberadas y la retroalimentación activa que ofrece la simulación en la capacitación para lograr la competencia y mejorar la seguridad del paciente en diversas especialidades. Al introducir a los alumnos en escenarios simulados que imitan situaciones clínicas reales, los educadores pueden mejorar la efectividad de las estrategias de enseñanza y, de igual manera, pueden dar retroalimentación sobre observaciones que no surgirían fuera de la simulación. Este enfoque interactivo, además de abordar los desafíos que presentan las oportunidades clínicas limitadas, alienta a que existan un aprendizaje continuo y un desarrollo de habilidades a lo largo de la carrera profesional. Las consideraciones éticas en el uso de la simulación en la educación médica son cruciales para asegurar la competencia del alumno y ofrecer atención de alta calidad al paciente, lo cual resalta la importancia fundamental de la simulación en la formación médica y sus implicaciones éticas¹³.

El perfil de las competencias adquiridas por el alumno que realiza simulación se basa en la adquisición de conocimiento teórico y práctico, razonamiento clínico, toma de decisiones bajo ambientes de alta tensión, resolución de problemas y habilidades en la gestión de la comunicación, como mostrar empatía hacia el

paciente. Se ha demostrado que los alumnos que cuentan con este tipo de formación serán idóneos para ejercer la profesión de una manera ética y responsable¹².

Consideraciones éticas en la simulación médica

Las consideraciones éticas son fundamentales en el ámbito de la simulación médica, tal como subrayan las investigaciones que se han realizado acerca del tema. Por ejemplo, en el contexto de la cirugía en oncogeriátrica, satisfacer las necesidades específicas de esta población requiere una evaluación geriátrica integral previa a la cirugía, un proceso fundamental que, debido a que demanda mucho tiempo, con frecuencia es pasado por alto. La inclusión de aspectos como el índice de fragilidad, la evaluación nutricional y la detección de depresión geriátrica, entre otros, puede predecir significativamente los riesgos y los resultados posquirúrgicos. Por ello se ha propuesto la simulación en estudiantes de medicina para promover el uso de estas herramientas y poder garantizar que los estudiantes cuentan con los conocimientos y las habilidades adecuados para proporcionar una evaluación geriátrica completa¹⁴. Por otro lado, la aparición de sistemas de información inteligentes en este campo también introduce dilemas éticos relacionados con la privacidad, la seguridad de los datos y la transparencia. A medida que el campo de la simulación médica siga evolucionando, será esencial contar con una base ética robusta para mantener la seguridad del paciente, la confianza y el bienestar en la práctica médica.

Los facilitadores de la educación basada en simulación deben continuar desarrollando el marco ético alrededor de ella. De esta manera, dicho marco guiará las mejores prácticas sobre cómo minimizar los riesgos para quienes aprenden y quienes se benefician de estas prácticas educativas. La simulación puede ofrecer oportunidades valiosas para que los estudiantes desafíen sus conocimientos, permitiéndoles comprender, además de los aspectos clínicos, los diferentes escenarios con gran complejidad emocional y psicológica de los entornos hospitalarios. Para que la simulación logre alcanzar su máximo potencial educativo es importante que estas experiencias de aprendizaje no sean demasiado simplistas ni predecibles. No obstante, aunque la simulación tiene el objetivo de desafiar a los estudiantes, debe diseñarse de manera que no sea excesivamente abrumadora. Por ello, el marco ético en la simulación también debe tomar en consideración la realización de estrategias de antemano para

minimizar el daño hacia los estudiantes y potenciar el aprendizaje. En ocasiones nos enfocamos únicamente en la seguridad del paciente, que aunque es de suma importancia, no es más importante que la seguridad de los mismos profesionales de la salud. La simulación médica no está exenta de amenazas, pues siempre existe un riesgo potencial hacia todos los individuos involucrados en la experiencia de aprendizaje; en especial, el daño psicológico y emocional para los participantes. Los facilitadores de la educación basada en la simulación deberán seguir avanzando en los marcos éticos para minimizar los riesgos hacia los estudiantes y sus futuros pacientes¹⁵.

Impacto de la simulación en la atención al paciente

La simulación médica desempeña un papel fundamental en cuanto a la mejora en la atención del paciente, además de incrementar la eficiencia del sistema de salud. Al emplear modelos de simulación, con este tipo de evaluaciones, como las del Hospital Middelheim en Bélgica¹⁶, los proveedores de salud pueden analizar los tiempos de flujo de pacientes y la utilización de recursos. Estos modelos permiten evaluar diversos escenarios e implementar estrategias para aumentar el rendimiento y la eficiencia de los hospitales, brindando una mejor atención al paciente. A través de la integración de herramientas de simulación, los profesionales de la salud pueden tomar decisiones informadas que optimicen la atención al paciente, lo cual reduce también los tiempos de espera, ya que el personal se vuelve cada vez más eficiente al tratar las patologías simuladas. Al llevar la simulación de la mano con la bioética se puede asegurar el bienestar del paciente y que este se mantenga como prioridad en los avances de la atención sanitaria¹⁷.

El uso de simulación médica ha demostrado reducir el tiempo requerido para adquirir habilidades, y permite repetir el entrenamiento tantas veces como sea necesario hasta dominar las competencias del personal de la salud. Las curvas de aprendizaje derivadas de la simulación superan a las obtenidas con métodos de entrenamiento tradicionales, y esto nuevamente genera un impacto importante en la calidad de la atención del paciente. Al disponer de profesionales de la salud entrenados por medio de la simulación se garantiza no solo que tengan las habilidades y los conocimientos previos a interactuar con un paciente real, sino también que estén preparados de manera más rápida y eficiente. Los pacientes simulados y los simuladores, al

poder replicar consistentemente los síntomas de la enfermedad estudiada, minimizan las molestias que se podrían generar a pacientes reales. Estos pacientes simulados son extremadamente valiosos para adquirir habilidades generales que con modelos educativos anteriores se adquieren directamente por medio de la práctica en pacientes reales. A pesar de que los costos asociados a la simulación pueden ser elevados, se podrán comparar con el tiempo que el profesorado necesitaría para lograr resultados similares; y además, el incremento en la calidad de la atención al paciente es invaluable¹⁸.

En cuanto a los pacientes estandarizados, se puede ver que existen tanto ventajas como desventajas. La introducción de los pacientes estandarizados se realizó inicialmente para mejorar la fiabilidad en las evaluaciones en comparación con los pacientes reales. Los pacientes estandarizados están disponibles cuando se necesitan y están entrenados para representar una amplia variedad de casos clínicos. Esto permite a los estudiantes enfrentarse a casos clínicos sin tener que esperar a encontrarse con un paciente real con dicha enfermedad. Otra ventaja es que los pacientes estandarizados pueden repetir el escenario las veces que sea necesario, lo cual permite al estudiante acatar las observaciones que se le hacen durante el mismo. En adición, pueden ser utilizados para situaciones en las que practicar con un paciente real sería inapropiado (por ejemplo, la práctica de dar malas noticias). Se ha demostrado que su uso en la enseñanza es más efectivo que la enseñanza didáctica para el aprendizaje de habilidades de consulta¹⁹. No obstante, existen algunas desventajas, como su costo, ya que se requieren personal dedicado y recursos financieros²⁰. Para algunos profesionales, el hecho de que no son pacientes «reales» podría suponer otra desventaja; sin embargo, en un estudio realizado por Beullens et al.²¹ se discutieron las tasas de detección en estudios divergentes y se encontró que solo el 0-18% de los médicos diferenciaron a los pacientes estandarizados de un paciente «real». Hoy en día no se conoce la existencia de estudios en los que se utilice alguna metodología de ensayo controlado aleatorizado para comparar el desempeño de los pacientes simulados con el de los pacientes reales²².

Bioética principialista en la enseñanza de los médicos del futuro

La bioética principialista, con sus valores fundamentales de beneficencia, no maleficencia, autonomía y justicia, es esencial para impulsar un cambio positivo

en los comportamientos y las actitudes de los profesionales de la salud. Los valores mencionados anteriormente promueven una relación más saludable entre las partes involucradas, y son clave para evolucionar los modelos de salud que priorizan ofrecer el mejor servicio posible a los pacientes.

La educación en estos principios éticos es de suma importancia para que todo el personal sanitario, tanto de enfermería como médicos, técnicos y otros profesionales de la salud, puedan brindar una atención médica óptima. Para lograr este objetivo es necesario comenzar a realizar un cambio en la operación diaria del sistema de salud, en donde a través de la colaboración se pueda garantizar que se está educando a los médicos del futuro con estos valores éticos. De esta forma, la atención al paciente será eficiente, ética, segura y de alta calidad²³.

A medida que se obtiene más información acerca de la educación de los médicos del futuro surgen retos, tales como asegurarse de que los profesionales de la salud estén capacitados para liderar cambios en actitudes y comportamientos. Para ello se ha vuelto fundamental priorizar la mentalidad científica que sustenta la bioética principialista y las normas derivadas de ella, colocando siempre la esencia del servicio por encima de los intereses personales y económicos. De igual manera, no se debe olvidar el valor que tiene la bioética, y hay que dedicar el tiempo necesario para actualizar los conocimientos en ética y bioética para poder aplicarlos en las disciplinas clínicas²⁴.

A pesar de que el campo de la bioética está en constante crecimiento, todavía hace falta mucha información acerca de ella en la enseñanza médica. Es necesario realizar estudios para organizar y mejorar la metodología de la educación médica basada en la bioética, y para obtener datos cuantitativos que respalden esta teoría. Aun así, no se puede negar que la experiencia del paciente al ser tratado por un médico que lidera su práctica con conocimientos bioéticos será superior²⁵.

Conclusión

La integración de la bioética en el entrenamiento con simulación médica es fundamental para la formación de unos profesionales de la salud capaces de enfrentar los desafíos éticos del entorno médico, el cual se encuentra en constante evolución. A medida que la simulación se convierte en una herramienta esencial en la educación médica surge la oportunidad de cultivar no solo habilidades clínicas, sino también competencias

éticas que guiarán a los futuros profesionales de la salud en su práctica profesional.

La bioética principialista, que aboga por principios como la autonomía, la beneficencia, la justicia y la no maleficencia, proporciona un marco sólido para que los estudiantes de medicina puedan reflexionar sobre sus decisiones y acciones en el entorno médico. La formación en este ámbito les permitirá reconocer y analizar los dilemas éticos que surgen en la atención a los pacientes, asegurando de esta forma que su práctica nunca se desvíe del objetivo principal, que es brindar una atención centrada en el bienestar del paciente y en la promoción de una atención médica de calidad.

Además, el uso de simulaciones permite a los estudiantes experimentar situaciones complejas en las que sus habilidades para tratar problemas éticos son puestas a prueba, todo en un entorno seguro tanto para el estudiante como para el paciente. La toma de decisiones y el desarrollo de habilidades tanto clínicas como de comunicación son entrenados sin el riesgo de perjudicar a un paciente real. Esta combinación de la simulación junto con la bioética fomenta una comprensión más profunda de la responsabilidad que conlleva el ejercicio de la medicina.

En resumen, al incorporar el conjunto de la bioética y la simulación médica se capacita a los futuros profesionales de la salud para navegar en un entorno clínico complejo y abordar los dilemas éticos con seguridad, empatía y confianza. Esta integración, además de fortalecer el conocimiento clínico, también contribuye a la construcción de un sistema de salud ético y centrado en el paciente, asegurando que los médicos, enfermeros, técnicos y todos los profesionales de la salud estén más preparados para servir a sus comunidades de la mejor manera.

Financiamiento

Los autores declaran no haber recibido financiamiento para la realización de este artículo.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Consideraciones éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran no haber realizado pruebas ni procedimientos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad, consentimiento informado y aprobación ética. El estudio no involucra datos personales de pacientes ni requiere aprobación ética. No se aplican las guías SAGER. Los autores declaran el cumplimiento de los requisitos en la participación de autoría de la investigación. Asimismo, declaran el cumplimiento de los requisitos establecidos por el ICMJE para autoría.

Declaración sobre el uso de inteligencia artificial. Los autores declaran que no utilizaron ningún tipo de inteligencia artificial generativa para la redacción de este manuscrito.

Bibliografía

- Palés-Argullós JL, Gomar-Sancho C. El uso de las simulaciones en educación médica. Teoría de la educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información. 2010;11:147-69.
- Cruz MI, Travieso RN. Consideraciones sobre la definición de los conceptos sistema tecnológico y formación tecnológica integral. Revista Cubana de Educación Médica Superior. 2015;29:634-40.
- Facultad de Medicina, Universidad Nacional Autónoma de México. Plan de estudios de la licenciatura en Médico Cirujano. Ciudad de México: UNAM; 2024. (Consultado el 16-10-2024.) Disponible en: <https://oferta.unam.mx/medico-cirujano.html>.
- Lifshitz-Guinberg A, Abreu-Hernández LF, Sepúlveda-Vildósola AC, Urrutia-Aguilar ME, Córdova-Villalobos JA, López-Bárcena J, et al. Pros y contras de las innovaciones en educación médica. Academia Nacional de Medicina, Ciudad de México, México. (Consultado el 09-09-2024.) Disponible en: <https://www.acm.edu.mx/innovaciones-educacion-medica>.
- Elendu C, Amaechi DC, Okatta AU, Amaechi EC, Elendu TC, Ezech CP, et al. The impact of simulation-based training in medical education: a review. Medicine (Baltimore). 2024;103:e38813.
- Sancho-Cantus D, Cubero-Plazas L, Botella-Navas M, Castellano-Rioja E, Cañabate-Ros M. Importance of soft skills in health sciences students and their repercussion after the COVID-19 epidemic: scoping review. Int J Environ Res Public Health. 2023;20:4901.
- Perin A. Estandarización y automatización en medicina: el deber de cuidado del profesional entre la legítima confianza y la debida prudencia. Revista Chilena de Derecho y Tecnología. 2019;8:3-28.
- Serna-Corredor DS, Martínez-Sánchez LM. La simulación en la educación médica, una alternativa para facilitar el aprendizaje. Arch Med (Col). 2018;18:447-54.
- López-Gómez MI, Tarasco-Michel M. Relación médico-paciente. En: García JJ, director. Enciclopedia de Bioética. 6 de julio de 2020. Disponible en: <https://enciclopedia-de-bioetica.com/mod/page/view.php?id=3386>
- Lysaught MT. And power corrupts...: theology and the disciplinary matrix of bioethics. En: Guinn DE, editor. Handbook of bioethics and religion. Oxford: Oxford University Press; 2006. p. 93-123.
- Piasecki J, Dirksen K, Inbadas H. Erasmus Mundus Master of Bioethics: a case for an effective model for international bioethics education. Med Health Care Philos. 2018;21(1):3-10.
- Dávila-Cervantes A. Simulación en educación médica. Invest Educ Med. 2024;3:100-5.
- Leiphrakpam PD, Armijo PR, Are C. Incorporation of simulation in graduate medical education: historical perspectives, current status, and future directions. J Grad Med Educ. 2024;11:23821205241257329.
- Lampugnale CA. Surgical assessment of the geriatric oncology patient. Boston University Theses & Dissertations; 2017. Disponible en: https://open.bu.edu/bitstream/handle/2144/26707/Lampugnale_bu_0017N_13146.pdf?sequence=5&isAllowed=y.
- Emmerich N, Gormley G, McCullough M. Ethics of healthcare simulation. En: Healthcare Simulation Education. 2017. p. 119-26. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/9781119061656.ch16>
- Creemers S, Lambrecht M. Modeling a healthcare system as a queueing network: the case of a Belgian hospital. Disponible en: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1093618.
- Saleem M, Khan Z. Healthcare simulation: an effective way of learning in health care. Pak J Med Sci. 2023;39:1185-90.
- Eckles RE, Meslin EM, Gaffney M, Helft PR. Medical ethics education: where are we? Where should we be going? A review. Acad Med. 2005;80:1143-52.
- Madan AK, Caruso BA, Lopes JE, Gracely EJ. Comparison of simulated patient and didactic methods of teaching HIV risk assessment to medical residents. Am J Prev Med. 1998;15:114-8.
- Bobbie A. A simulation-based evaluation of efficiency strategies for a primary care clinic with unscheduled visits. Electronic Theses and Dissertations; 2016. 5262. Disponible en: <https://stars.library.ucf.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=6262&context=etd>.
- Beullens J, Rethans JJ, Goedhuys J, Buntinx F. The use of standardized patients in research in general practice. Fam Pract. 1997;14:58-62.
- Cleland JA, Abe K, Rethans JJ. The use of simulated patients in medical education: AMEE Guide No 42. Med Teach. 2009;31:477-86.
- Rodríguez-Weber FL, Ortega-Cerda JJ, Ramírez-Arias JL. Bioética y su aprendizaje en el equipo de salud. Acta Med Grupo Ángeles. 2018;16(1).
- Turbanova UV. Enhancing medical education and patient safety: a review of simulation training in obstetrics and gynecology. Eurasian Journal of Medical and Natural Sciences. 2023;3:137-40. Disponible en: <https://www.in-academy.uz/index.php/EJMNS/article/view/20801/13981>.
- Gerace JR. A simulation-based teaching strategy to achieve competence in learners. University of Bridgeport ProQuest Dissertations & Theses; 2020. 27834663. Disponible en: <https://www.proquest.com/openview/57c880b2d39f9b82c005e2f4eb58a678/1?pq-origsite=gscholar&cbl=18750&diss=y>

Before anemia: the importance of diagnosing and treating iron deficiency in pregnancy and the role of ferric carboxymaltose in its management

Antes que la anemia: la importancia de diagnosticar y tratar la deficiencia de hierro en el embarazo y el papel del hierro carboximaltosa en su abordaje

Mercedes del P. Álvarez-Goris 

Department of Obstetrics and Gynaecology, Hospital Ángeles del Pedregal, Mexico City, Mexico

Abstract

This review article aims to highlight the importance of detecting and treating iron deficiency (ID) in pregnant women before anemia develops. It emphasizes that while anemia is routinely checked for during pregnancy; ID is often not documented, which can affect maternal and perinatal health. The article seeks to educate about the difference between ID and anemia, emphasize the consequences of not adequately treating ID, and present ferric carboxymaltose as an effective and safe option to address this issue, offering better outcomes in a shorter time.

Keywords: Gestational anemia. Iron deficiency. Pregnancy. Ferric carboxymaltose.

Resumen

Artículo de revisión que busca destacar la importancia de detectar y tratar la deficiencia de hierro en las mujeres embarazadas antes de que se desarrolle una anemia. Hay que destacar que, aunque de manera sistematizada se busca anemia en el embarazo, no siempre se documenta la deficiencia de hierro la cual puede ocasionar afectación en la salud materna y perinatal. El artículo busca educar sobre la diferencia entre la deficiencia de hierro y la anemia, resaltar las consecuencias de no tratar adecuadamente la deficiencia de hierro, y presentar el hierro carboximaltosa como una opción efectiva y segura para abordar este problema con un mejor resultado y en un menor tiempo.

Palabras clave: Anemia gestacional. Deficiencia de hierro. Embarazo. Hierro carboximaltosa.

Correspondence:

Mercedes del P. Álvarez-Goris
E-mail: goris14@hotmail.com

Date of reception: 28-01-2025

Date of acceptance: 29-01-2025

DOI: 10.24875/AMH.M25000092

Available online: 04-04-2025

An Med ABC. 2025;70(1):75-80

www.analesmedicosabc.com

0185-3252 / © 2025 Asociación Médica del Centro Médico ABC. Published by Permanyer. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introduction

In Mexico, specific data on the prevalence of anemia and iron deficiency (ID) exclusively in pregnant women is unavailable. However, globally, the World Health Organization estimates that approximately 25-37% of pregnant women suffer from anemia, and 40% experience ID, which is the leading cause of anemia during pregnancy¹⁻⁴.

A general idea can be drawn based on the 2022 national health and nutrition survey, which, while excluding pregnant women, provides significant data on the national state of anemia and ID, showing that the prevalence of anemia by age group is predominantly in women of reproductive age^{5,6}. Shamah-Levy et al.⁶, in their analysis of the 2022 survey, observed that 15.7% of women presented with anemia and 41.9% with ID. It was also noted that 12.3% of Mexican women had both anemia and ID, which were significantly associated ($p < 0.05$). In this sense, the coexistence of anemia and ID (12%) represents 77.9% of the total number of women with anemia in Mexico.

In Mexico, 1 in 6 women aged 12-49 presented anemia, while a higher proportion (39.1%) showed ID. As a result, ID anemia affects 12% of the total non-pregnant Mexican women population.

The current prevalence of ID shows an increase compared to 2018-2019 (29.6%)⁶.

This condition can have negative effects on both the mother and the fetus³⁻⁹.

Anemia presents significant challenges, so hemoglobin (Hb) levels are routinely monitored to detect it preventively. However, a large percentage of pregnant women with ID without anemia are neither diagnosed nor monitored in daily clinical practice since serum ferritin (SF) is not routinely measured^{3,4,10,11}. In Europe, 10-33% of pregnant women have ID,³ and we could estimate that the figures in Mexico may be similar, based on the ID and anemia rates in non-pregnant women^{4,5}.

Therefore, this review article seeks to highlight the importance of detecting and treating ID in pregnant women before anemia develops. While anemia is systematically checked for in pregnancy, ID is often not documented, which can affect maternal and perinatal health. This article aims to educate on the difference between ID and anemia, emphasize the consequences of not adequately treating ID, and present ferric carboxymaltose (FCM) as an effective and safe option for addressing this issue, offering better outcomes in less time with fewer doses required.

Material and methods

Review study. An electronic search was conducted for articles published in English and Spanish, primarily using PubMed and Google Scholar, as well as databases such as the INSP Library and national clinical practice guidelines, in both Spanish and English, published within the last 5 years.

Health science descriptors (Decs or MeSH) used were: pregnancy anemia; ID and iron carboxymaltose; pregnancy; anemia; ID; FCM.

Results

Thirty-five articles were found, of which 31 were selected for being consistent with the review's objectives. Two were excluded due to methodological validity issues or lack of relevance to the study's objectives. The included sources are listed in the references section. Based on data from the reviewed articles and the author's experience, conclusive recommendations are made.

ID versus anemia in pregnancy

Anemia is common during pregnancy, and while most anemias are physiological, the most common pathological cause is ID, affecting maternal health and fetal development¹². ID and anemia in pregnancy are related but not the same. ID is the initial stage, where iron levels decrease without a significant reduction in Hb. It is characterized by a reduction in iron stores (low ferritin) before noticeable signs of anemia, such as decreased Hb and hematocrit (Hct), appear.

In a normal pregnancy, iron requirements include 300-350 mg for the fetus and placenta, 500 mg for the expansion of maternal red blood cell mass, and 250 mg associated with blood loss during labor and delivery. These requirements increase depending on the trimester: 0.8 mg/day in the first, up to 7.5 mg/day in the third¹³.

Pregnancy increases maternal iron demand for three reasons: Maternal plasma and blood volumes increase during pregnancy^{1,2,14}, each additional gram of Hb synthesized by the mother requires 3.46 mg of elemental iron. Furthermore, the fetus needs iron for its metabolic and oxygen transport needs, as well as to form its relatively large endogenous iron stores, which will be used during the first 6 months of post-natal life, and the placenta is a highly metabolically active organ with significant iron requirements¹⁴.

Iron sufficiency is essential for oxygen supply to the maternal-placental-fetal unit to meet the increased oxygen consumption during pregnancy¹. Maintaining adequate maternal Hb concentrations supports the oxygen demands of all three components. Beyond oxygen supply, iron in cytochromes catalyzes ATP generation, at a time when fetal oxygen consumption is high, driven primarily by the structural development of fetal organs². Among these organs, the brain is particularly “voracious,” accounting for an astonishing 60% of total fetal oxygen consumption².

However, in fetal iron metabolism, red blood cells are prioritized over all other tissues, including the brain. Therefore, in cases of ID and chronic anemia, the brain and other essential structures will not be prioritized by the body, potentially causing deleterious effects on the infant’s development.

Considering that anemia represents the final stage of ID, it is important to highlight that anemia is not a sensitive marker for tissue ID, including cerebral ID¹⁴. For this reason, the iron status of these tissues should be inferred from SF³. While anemia presents significant problems for maternal and child health²⁻⁴, and Hb levels should be routinely monitored to detect it preventively, it should not be overlooked that a large percentage of pregnant women present with ID without anemia. They are neither diagnosed nor monitored in daily clinical practice, as SF is not routinely measured³.

ID is therefore a precursor to anemia, and preventing or treating it is beneficial both for the mother and for the proper development of the newborn.

ID occurs when the body uses its iron stores (reflected in low ferritin levels) to meet the growing demand caused by fetal development and the dilution caused by the increased maternal plasma volume. If the deficiency is not corrected in time, Hb production is affected, which can eventually lead to anemia and complications for both mother and baby. These complications include preeclampsia, premature birth, low birth weight, impaired neurological development in the child, and an increased rate of cesarean sections^{3,14,15}. Moreover, women with ID have a higher risk of developing postpartum anemia, which can prolong maternal recovery and affect the mother’s mental health¹⁵.

Diagnosis of ID during pregnancy

The American College of Obstetricians and Gynecologists recommends confirming ID anemia through specific iron studies when anemia is diagnosed during pregnancy. However, it acknowledges that in

Table 1. Ferritin normal level

Normal	100-200 ng/mL
Absolute deficiency without inflammation	< 30 ng/mL
absolute deficiency with inflammation*	> 100 ng/mL
Functional deficiency	100-300 ng/mL (0 >) + TSAT < 20%

Modified from Capellini et al.¹⁹

clinical practice, treatment is often initiated presumptively based on suspicion of ID anemia^{1,2,4,12,15}.

The Hb values used to detect the presence of anemia are levels < 11 g/dL^{12,15,16}. However, a diagnosis approach limited to anemia may overlook cases of ID without anemia, highlighting the need for comprehensive iron screening during pregnancy^{16,17}.

The criteria for diagnosing anemia in pregnancy are as follows: Hb < 11 g/dL or Hct < 33% in the first and third trimesters, and Hb < 10.5 g/dL or Hct < 32% for the second trimester^{1,2,4,12,18}.

In the absence of inflammation, SF levels below 30 ng/dL will indicate ID (Table 1)^{12,16-19}.

Pavord et al.¹² recommend a proactive approach to the detection and treatment of anemia with oral iron administration as the first line of treatment, and intravenous iron for women who do not respond to or cannot tolerate oral iron, or for those with severe anemia. Administration should be done cautiously, considering the patient’s safety and tolerance. An adequate diagnosis and treatment can improve health outcomes for both mother and baby.

Treatment of ID: limitations of oral iron

The conventional treatment for ID is based on the administration of oral iron, such as ferrous sulfate. However, oral treatment has significant limitations, including low gastrointestinal absorption, side effects (primarily gastrointestinal), and poor adherence due to the need for prolonged administration of at least 6 months²⁰. Oral iron replacement is economical but requires fasting for maximum effect and good adherence over an extended period, which can be complicated due to common side effects such as constipation, diarrhea, and abdominal pain.

Moreover, in cases of severe anemia or when a rapid correction of iron levels is needed, oral iron is insufficient^{21,22}.

In a large population study conducted across 22 sub-Saharan African countries, only 22.9% of Nigerian women received more than 90 days of iron supplementation during pregnancy for their most recent childbirth^{22,23}.

Considering that correction should occur in the embryonic and fetal stages to see the appropriate outcomes in the newborn, as demonstrated in the study by Oskovi-Kaplan et al.¹, in which anemia correction in the third trimester only impacted maternal factors, maintaining adequate maternal iron reserves for the third trimester ensures that women can face the requirements of childbirth.

FCM: An Effective Therapeutic Approach FCM has emerged as an effective and rapid option for correcting ID and anemia during pregnancy^{15,21}. It offers an alternative to traditional oral treatments. Compared to other oral and intravenous preparations, it has demonstrated superiority.

A randomized controlled trial found that FCM was more effective than oral iron (ferrous sulfate) in increasing Hb levels in pregnant women with ID anemia, with fewer side effects and greater efficacy in achieving anemia correction within 6 weeks²⁴.

A meta-analysis compared the efficacy of FCM with other intravenous preparations in pregnant women. The results showed that FCM is more effective than other intravenous treatments in increasing Hb and ferritin levels in women with ID anemia during pregnancy²⁵.

Various studies have demonstrated that a single infusion of 1000 mg of FCM can significantly increase Hb and ferritin levels, achieving a faster and more lasting correction compared to oral treatment²⁰.

In a study conducted in Japan, women with postpartum anemia treated with FCM experienced a significant increase in Hb levels at 8 weeks, with minimal adverse effects¹⁵. Other clinical trials have confirmed that FCM has a favorable safety profile, with a low incidence of adverse events and greater tolerability compared to other intravenous and oral preparations²⁶.

Efficacy and safety of FCM in different populations

In a study conducted on pregnant women between 14 and 26 weeks of gestation, FCM was shown to be effective in raising Hb levels from 7.99 g/dL to 14.04 g/dL within 6 weeks²⁷. This significant increase persisted even at 12 weeks post-treatment, suggesting a durable correction of ID.

The group led by Oskovi-Kaplan et al.¹ evaluated maternal and neonatal outcomes in pregnant women treated with FCM in the third trimester. They demonstrated that anemia correction in the third trimester did not significantly impact neonatal outcomes but did benefit maternal health, reducing maternal mortality, decreasing morbidity, and lowering the need for cesarean sections and postpartum transfusions.

These findings suggest that correcting anemia during pregnancy will not radically affect the neonate since neurodevelopment has already progressed past its critical stages, but it will benefit the mother.

Another systematic review and meta-analysis found that FCM is more effective and has fewer side effects compared to iron sucrose, confirming its superiority in correcting ID in obstetrics and gynecology²⁶.

The team of Vanobberghen et al.²¹ noted in their publication that intravenous FCM is more effective than oral iron in correcting ID anemia in postpartum women, providing a quicker and more sustained normalization of Hb and ferritin levels. These results support the use of FCM as a safe and effective intervention in low-resource settings. These data suggest that FCM is an effective and safe option for treating ID during pregnancy, with potential benefits for both mother and baby.

Challenges for implementation in low-resource countries

Despite the proven efficacy of FCM, its implementation in low- and middle-income countries presents challenges due to associated costs and limited access to diagnostic tests such as ferritin level measurements²⁸. It is essential to consider the limitations of local health systems when promoting the adoption of this treatment, especially in settings with limited resources.

The preferred treatment is the administration of oral iron salts, with a suggested dose of 40-80 mg of elemental iron daily. In cases of intolerance, malabsorption, or the need for a rapid response, intravenous iron is recommended, especially from the second trimester onward. It is advised for women who do not respond to or tolerate oral iron or for those with severe anemia in the third trimester. The administration should be done cautiously, considering patient safety and tolerance¹².

Oral iron treatment typically shows results in about 2-3 weeks. However, it may require a treatment period of 2-3 months to fully correct anemia and replenish the body's iron stores.

Table 2. Determination of iron requirements (must be individualized per patient)

Hemoglobin (g/dL)	Body weight		
	< 35 kg	35-70 kg	> 70 kg
< 10	500 mg	1500 mg	2000 mg
10-14	500 mg	1000 mg	1500 mg
> 14	500 mg	500 mg	500 mg

No more than 1000 mg of FCM should be administered per week. Modified from Evstatiev et al.³¹

Hb usually increases by around 1-2 g/dL/month. The response may vary depending on the severity of the ID, the underlying cause, the dosage of the supplement, intestinal iron absorption, and adherence to the treatment. It is recommended to continue supplementation for several months even after Hb levels normalize, to restore iron reserves and prevent relapse.

On the other hand, intravenous FCM is more effective and better tolerated than oral ferrous sulfate in treating ID anemia during pregnancy. FCM showed a more significant, rapid, and sustained increase in Hb and ferritin levels with fewer side effects^{24,25}.

Casellas-Caro et al.²⁹ noted that although the acquisition cost of FCM is higher than that of ferrous sulfate, the clinical benefits of FCM may justify its use in certain circumstances.

A comparative study of different doses of FCM during pregnancy showed that administering 1000 mg was more effective in maintaining iron reserves and reducing the need for additional infusions compared to a 500 mg dose, which required more monitoring³⁰.

Evstatiev et al.³¹ suggest determining anemia status by Hb levels and calculating the dose based on the patient's weight to determine the FCM dosage, noting that the maximum dose is 1000 mg/week. However, this table is not calculated for a pregnant population but can serve as a guide for preconceptionally and postpartum patients (Table 2).

Conclusion

Early detection and treatment of ID during pregnancy are essential to prevent the development of anemia and its associated complications for both the mother and the fetus. Although ID anemia is routinely monitored, ID without anemia is often undetected, highlighting the importance of assessing SF as an additional marker. FCM presents itself as an effective and safe therapeutic option

that offers a quicker and more sustained correction of ID compared to traditional oral treatments. Its use can improve maternal and neonatal outcomes, particularly in women who cannot tolerate oral iron or who require a rapid response. However, the implementation of this treatment in low-resource countries may face challenges due to its cost and lack of access to timely diagnostics, underscoring the need for solutions tailored to each context.

Funding

The authors declare that they have not received funding.

Conflicts of interest

The authors declare no conflicts of interest.

Ethical considerations

Protection of humans and animals. The author declares that no experiments involving humans or animals were conducted for this research.

Confidentiality, informed consent, and ethical approval. The study does not involve patient personal data nor requires ethical approval. The SAGER guidelines do not apply.

Declaration on the use of artificial intelligence. The author declares that no generative artificial intelligence was used in the writing of this manuscript.

References

- Oskovi-Kaplan ZA, Kilickiran H, Buyuk GN, Ozyer S, Keskin HL, Engin-Ustun Y. Comparison of the maternal and neonatal outcomes of pregnant women whose Anemia was not corrected before delivery and pregnant women who were treated with intravenous iron in the third trimester. *Arch Gynecol Obstet*. 2021;303:715-9.
- Organización Mundial De La Salud (OMS). Anemia. Available from: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/anaemia>
- Iglesias-Vázquez L, Gimeno M, Coronel P, Caspersen IH, Basora J, Arijia V. Maternal factors associated with iron deficiency without Anaemia in early pregnancy: ECLIPSES study. *Ann Hematol*. 2023;102:741-8.
- Lewkowitz AK, Tuuli MG. Identifying and treating iron deficiency Anemia in pregnancy. *Hematology Am Soc Hematol Educ Program*. 2023;2023:223-8.
- Mejía-Rodríguez F, Mundo-Rosas V, García-Guerra A, Mauricio-López ER, Shamah-Levy T, Villalpand S, et al. Prevalencia de anemia en la población mexicana: análisis de la Ensanut Continua 2022. *Salud Pública Mex*. 2023;65:s225-30.
- Shamah-Levy T, Mejía-Rodríguez F, García-Guerra A, Mundo-Rosas V, De la Cruz-Góngora V. Factores asociados con anemia y deficiencia de micronutrientes en mujeres mexicanas. *Ensanut Continua 2022. Salud Pública Mex*. 2023;65:603-11.
- Smith C, Teng F, Branch E, Chu S, Joseph KS. Maternal and perinatal morbidity and mortality associated with Anemia in pregnancy. *Obstet Gynecol*. 2019;134:1234-44.
- Figueiredo AC, Gomes-Filho IS, Silva RB, Pereira PP, Da Mata FA, Lyrio AO, et al. Maternal Anemia and low birth weight: a systematic review and meta-analysis. *Nutrients*. 2028;10:601.
- Rahmati S, Azami M, Badfar G, Parizad N, Sayehmiri K. The relationship between maternal Anemia during pregnancy with preterm birth: a systematic review and meta-analysis. *J Matern Fetal Neonatal Med*. 2020;33:2679-89.

10. Teichman J, Nisenbaum R, Lausman A, Sholzberg M. Suboptimal iron deficiency screening in pregnancy and the impact of socioeconomic status in a high-resource setting. *Blood Adv.* 2021;5:4666-73.
11. Al-Naseem A, Sallam A, Choudhury S, Thachil J. Iron deficiency without Anaemia: a diagnosis that matters. *Clin Med (Lond).* 2021;21:107-13.
12. Pavord S, Daru J, Prasannan N, Robinson S, Stanworth S, Gilling J, et al. UK guidelines on the management of iron deficiency in pregnancy. *Br J Haematol.* 2020;188:819-30.
13. Achebe MM, Gaftor-Gvili A. How I treat Anemia in pregnancy: iron, cobalamin, and folate. *Blood.* 2017;129:940-9.
14. Georgieff MK. Iron deficiency in pregnancy. *Am J Obstet Gynecol.* 2020;223:516-24.
15. Sugimura M, Ohtani Y, Tamai S, Kishimoto U, Ito N. Ferric derisomaltose for the treatment of iron deficiency Anemia with postpartum hemorrhage: results of a single-arm, open-label, phase 3 study in Japan. *J Obstet Gynaecol Res.* 2023;49:946-55.
16. Srimathi G, Revathy R, Bagepally BS, Joshi B. Clinical effectiveness of ferric carboxymaltose (IV) versus iron sucrose (IV) in treatment of iron deficiency Anaemia in pregnancy: a systematic review and meta-analysis. *Indian J Med Res.* 2024;159:62-70.
17. Bernardez-Zapata FJ. Deficiencia de hierro en mujeres en edad reproductiva. Revisión de la bibliografía. *Ginecol Obstet Mex.* 2021;89:129-40.
18. American College of Obstetricians and Gynecologists' Committee on Practice Bulletins-Obstetrics. Anemia in pregnancy: ACOG practice bulletin, number 233. *Obstet Gynecol.* 2021;138:e55-64.
19. Capellini MD, Comin-Colet J, Francisco AD, Dignass A, Doehner W, Lam CS, et al. Iron deficiency across chronic inflammatory conditions: international expert opinion on definition, diagnosis, and management. *Am J Hematol.* 2017;92:1068-78.
20. Khalafallah AA, Hyppa A, Chuang A, Hanna F, Wilson E, Kwok C, et al. A prospective randomised controlled trial of a single intravenous infusion of ferric carboxymaltose vs single intravenous iron polymaltose or daily oral ferrous sulphate in the treatment of iron deficiency Anaemia in pregnancy. *Semin Hematol.* 2018;55:223-34.
21. Vanobberghen F, Lweno O, Kuemmerle A, Mwebi KD, Asilia P, Issa A, et al. Efficacy and safety of intravenous ferric carboxymaltose compared with oral iron for the treatment of iron deficiency Anaemia in women after childbirth in Tanzania: a parallel-group, open-label, randomised controlled phase 3 trial. *Lancet Glob Health.* 2021;9:e189-98.
22. Afolabi BB, Adaramoye VO, Adeyemo TA, Balogun M, Mitchell EJ, Walker K, et al. Intravenous ferric carboxymaltose versus oral ferrous sulphate for the treatment of moderate to severe postpartum Anaemia in Nigerian women (IVON-PP): protocol for an open-label randomised controlled type 1 hybrid effectiveness-implementation trial. *BMJ Open.* 2024;14:e086553.
23. Ba DM, Ssentongo P, Kjerulff KH, Na M, Liu G, Gao X, et al. Adherence to iron supplementation in 22 sub-Saharan African countries and associated factors among pregnant women: a large population-based study. *Curr Dev Nutr.* 2019;3:nzz120.
24. Chawla S, Singh A, Jhamb D, Anupama CH. A randomised controlled trial to compare injection ferric carboxymaltose and oral iron in treating iron deficiency Anemia during pregnancy. *J Obstet Gynaecol India.* 2022;72:492-6.
25. Gupte S, Mukhopadhyay A, Puri M, Gopinath PM, Wani R, Sharma JB, et al. A meta-analysis of ferric carboxymaltose versus other intravenous iron preparations for the management of iron deficiency Anemia during pregnancy. *Rev Bras Ginecol Obstet.* 2024;46:8.
26. Shin HW, Go DY, Lee SW, Choi YJ, Ko EJ, You HS, et al. Comparative efficacy and safety of intravenous ferric carboxymaltose and iron sucrose for iron deficiency Anemia in obstetric and gynecologic patients: a systematic review and meta-analysis. *Medicine (Baltimore).* 2021;100:e24571.
27. Obaid M, Abdelazim IA, AbuFaza M, Al-Khatlan HS, Al-Tuhoo AM, Alkhalidi FH. Efficacy of ferric carboxy maltose in treatment of iron deficiency/iron deficiency Anaemia during pregnancy. *Prz Menopauzalny.* 2023;22:16-20.
28. Nwagha UI, Nwagha TU. Intravenous ferric carboxymaltose for iron deficiency Anaemia in pregnancy. *Lancet Glob Health.* 2024;12:e1567-8.
29. Casellas-Caro M, Hidalgo MJ, García-Erce JA, Baquero-Úbeda JL, Torras-Boatella MG, Gredilla-Díaz E, et al. Applying reflective multicriteria decision analysis to understand the value of therapeutic alternatives in the management of gestational and peripartum Anaemia in Spain. *BMC Pregnancy Childbirth.* 2022;22:157.
30. Froessler B, Schubert KO, Palm P, Church R, Aboustate N, Kelly TL, et al. Testing equivalence of two doses of intravenous iron to treat iron deficiency in pregnancy: a randomised controlled trial. *BJOG.* 2023;130:15-23.
31. Evstatiev R, Marteau P, Iqbal T, Khalif IL, Stein J, Bokemeyer B, et al. FERGICor, a randomized controlled trial on ferric carboxymaltose for iron deficiency Anemia in inflammatory bowel disease. *Gastroenterology.* 2011;141:846-53.e1-2.

La importancia del análisis espectrográfico en el análisis del llanto infantil

The importance of spectrographic analysis in the analysis of infant crying

Sergio D. Cano-Ortiz 

Centro de Estudios de Neurociencias, Procesamiento de Imágenes y Señales, Universidad de Oriente, Santiago de Cuba, Cuba

Resumen

El propósito de este artículo es mostrar las potencialidades que actualmente tiene el análisis espectrográfico para el análisis del llanto infantil (ALLI) en la exploración del comportamiento de la señal acústica del llanto y su correlación con situaciones que pudieran representar trastornos en el neurodesarrollo infantil. El espectrograma proporciona imágenes directas de un oscilograma del llanto, las cuales exponen estructuras de armónicos y artefactos que brindan información sobre el estatus neurofisiológico del niño. De su inspección visual puede extraerse información referida a características acústicas de la señal de llanto como: frecuencia fundamental, formantes, energía, así como la presencia de atributos cualitativos que enriquecen la información obtenida de ese llanto. Varias de estas características espectrales pueden ser medidas y comparadas, lo que proporciona un valor singular al espectrograma como herramienta para el estudio de la onda acústica que es el llanto infantil y su uso potencial como herramienta de ayuda al diagnóstico de patologías en un paciente no colaborativo como es el neonato. Se aborda desde el estado actual del tema la evolución del método espectrográfico en el ALLI, así como recientes contribuciones que exponen su vigencia actual.

Palabras clave: Análisis espectral. Espectrograma. Clasificación de llanto infantil.

Abstract

The purpose of this article is to show the potential that spectrographic analysis for the Analysis of Infant Cry (AIC) currently has in the exploration of the behavior of the acoustic signal of crying and its correlation with situations that could represent disorders in childhood neurodevelopment. The spectrogram provides direct images of a crying oscillogram, which expose harmonic structures and artifacts that provide information about the neurophysiological status of the child. From its visual inspection, information can be extracted regarding the acoustic characteristics of the crying signal such as: fundamental frequency, formants, energy, as well as the presence of qualitative attributes that enrich the information obtained from that cry. Several of these spectral characteristics can be measured and compared, giving a unique value to the spectrogram as a tool for the study of the acoustic wave that is infant crying and its potential use as a tool to help diagnose pathologies in a non-collaborative patient such as the neonate. The evolution of the spectrographic method at AIC is addressed from the state of the art, as well as recent contributions that expose its current validity.

Keywords: Spectral analysis. Spectrogram. Classification of infant crying.

Correspondencia:

Sergio D. Cano-Ortiz
E-mail: scano1959@gmail.com

Fecha de recepción: 28-01-2025
Fecha de aceptación: 05-02-2025
DOI: 10.24875/AMH.M25000099

Disponible en internet: 04-04-2025
An Med ABC. 2025;70(1):81-88
www.analesmedicosabc.com

0185-3252 / © 2025 Asociación Médica del Centro Médico ABC. Publicado por Permanyer. Este es un artículo open access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introducción

La investigación sobre el análisis del llanto infantil (ALLI) se basó en sus inicios en la identificación auditiva de varios tipos de llanto. En las décadas de 1960 y 1970, los avances en la tecnología de grabación de sonido, como los espectrógrafos de sonido, fueron un significativo progreso en este campo. Se usó por primera vez en el análisis de la vocalización infantil en 1951 por Lymp, aunque el Grupo Finés de Investigación del Llanto Infantil fue el primero en tomar ventaja del uso del espectrógrafo de sonido para un análisis más detallado del llanto infantil¹. Esta experiencia se considera como el punto de partida de la etapa moderna del ALLI. Se analizaron espectrogramas de sonido de lactantes sanos y enfermos para obtener características acústicas de las que se podrían derivar una serie de características descriptivas²⁻⁵. Este método dependía en gran medida del examen visual subjetivo más que de métodos objetivos cuantitativos y permitía derivar solo un número limitado de características acústicas. Los otros problemas que lo afectaban eran un rango dinámico deficiente y una baja resolución de frecuencia de los espectrogramas de llanto. Además, este método no era adecuado para el análisis en casos en los que era necesario examinar una gran cantidad de archivos de audio (llanto) en un corto periodo de tiempo. Posteriormente los avances en las tecnologías informáticas y los métodos de procesamiento de señales permitieron el uso de métodos informáticos. Usando estos métodos, ahora se podrían derivar directamente una serie de parámetros acústicos útiles en lugar de depender únicamente del examen visual.

Se ha postulado que la emisión de sonidos de llanto por parte del neonato no es un mero evento acústico-lingüístico. Los investigadores llevan mucho tiempo intentando extraer la información diagnóstica, comunicativa y predictiva que contiene. Se sabe que los neonatos que padecen afecciones médicas específicas producen sonidos de llanto diferentes a los neonatos saludables. También se ha argumentado que el estado neurológico de un bebé está interrelacionado con la señal de llanto que produce^{1,3}. Una señal de llanto es producida por un fenómeno biológico complejo que es una combinación de mecanismos neuronales y fisiológicos. Se ha estudiado ampliamente su correlación con condiciones médicas como encefalitis, síndrome de Down, síndrome de *cri du chat*, paladar hendido, daño cerebral, etc.^{4,5}. El desarrollo de variados métodos de análisis ha permitido una mejor caracterización de los

parámetros de la señal de llanto, tanto en la determinación de sus especificidades como en su relevancia, emergiendo el análisis espectral como uno de sus paradigmas. El presente artículo pretende mostrar la impronta de esta metodología en el ALLI en la actualidad.

Modelo fisioacústico del llanto infantil. Modelo de Golub

A pesar de que la experiencia escandinava es el punto de partida del ALLI como área de investigación, no es hasta 1979-1980 cuando en investigaciones del llanto infantil se logra combinar técnicas de análisis de llanto con un modelo de producción del llanto y técnicas de procesamiento de señal apoyado en computadora, obteniendo un modelo capaz de reflejar las propiedades acústicas del llanto. Esto fue un gran paso de avance en la comprensión y correlación de las características acústicas del llanto infantil con condiciones patológicas. Este modelo es el Modelo fisioacústico del llanto infantil⁶, descrito por Howard Golub, el cual lo forman un componente acústico y un componente fisiológico. El primero especifica cómo se genera el sonido del llanto y el segundo se refiere a la configuración, funcionamiento y control de la respiración, laringe y sistema supralaríngeo en la producción de llanto. Se considera el llanto infantil, según se ha referido, como el resultado de la interacción de complejas estructuras anatómicas y fisiológicas, interacción que comprende a los sistemas nervioso central, respiratorio y nervioso periférico, y una variedad de músculos. Basándose en el Modelo fisioacústico del llanto, Golub y Corwin⁶ desarrollaron un modelo de procesamiento de señal usando computadora para correlacionar anomalías médicas en el niño con características o atributos del llanto. Mediante tres estructuras anatómicas básicas del modelo los autores pudieron establecer la relación de estas con importantes variables acústicas. Por ejemplo, del sistema subglotal, hay relación con latencia, duración, intensidad, energía y fonación o disfonación del llanto. De la laringe, con la frecuencia fundamental (F_0), incluyendo hiperfonación (F_0 mayor que 1,000 Hz). Del sistema supraglotal, con los formantes. El Modelo fisioacústico del llanto infantil es una guía capaz de suministrar información en la selección de los atributos acústicos que están estrechamente relacionados con las anomalías de la anatomía y fisiología del niño³⁻⁶.

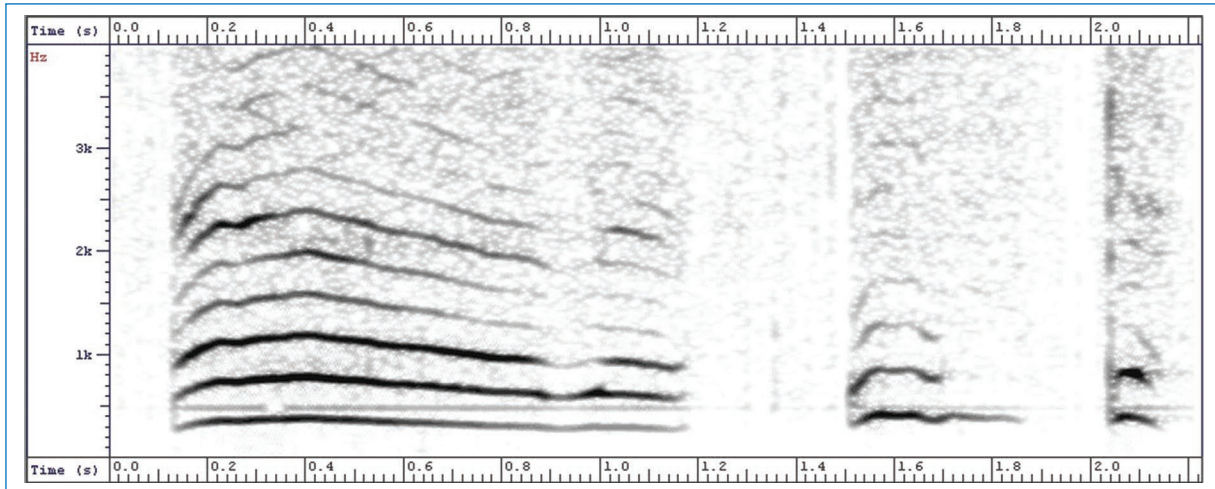


Figura 1. Espectrograma digital de una señal de llanto.

¿Cómo se construye el espectrograma digital de una señal de llanto?

El sonido es la sensación producida en nuestro oído por el movimiento vibratorio de los cuerpos, el cual al propagarse origina pequeñas fluctuaciones en la presión del aire. A la descripción de estas variaciones de la presión del aire a lo largo del tiempo en un punto tomado como referencia (p. ej., el lugar donde está el micrófono) se la denomina señal de audio. Cualquier acontecimiento sonoro puede quedar definido por esta señal, y el llanto lo es. Mediante un sistema digital la señal de audio (llanto) puede ser muestreada y transformada en una representación adecuada para una computadora y lista para ser procesada. Ahora bien, aunque la señal de audio (llanto) es una buena representación del hecho físico sonoro, no es adecuada para describir a la señal de llanto en sí, pues no aparece una analogía explícita entre la señal de llanto y la percepción del oído materno (o cuidador). Pero en las pruebas auditoriales realizadas con madres y neonatos en los 60 y 70 se demostró que las madres bajo cierto entrenamiento eran capaces de reconocer a su bebé entre una población de niños solo por su llanto, esto demuestra que en esa onda acústica hay información (o códigos) que el niño transmite en su interacción con el entorno circundante que puede llegar a ser descodificado por su madre (o cuidador).

Ya que el oscilograma del llanto no brinda esa información era preciso buscar una representación que caracterizara mejor ese llanto. El objetivo era una mejor descripción de la evolución de la señal de llanto en los dominios del tiempo, frecuencia y amplitud de ese sonido.

Para ello se aplica la transformada de Fourier a un segmento corto de la señal en torno a un instante t , considerando que los picos más relevantes de la función obtenida se corresponden con los componentes sinusoidales presentes en la señal en ese instante t . Se asume que durante la duración de ese intervalo de tiempo en torno a t (ventana, o *frame*, de análisis) no se producen cambios significativos en la amplitud y en la frecuencia de los componentes de la señal (señal cuasiestacionaria). Este procedimiento guarda semejanza con lo que realiza en nuestro oído la membrana basilar (proceso auditivo). Al operar en la computadora nos movemos en un mundo discreto (es decir, tratamos con señales digitales y los procedimientos de cálculo también son digitales), por consiguiente, las variables con las que se trabaja (tiempo y frecuencia) tendrán que ser también discretas. En el mundo digital la mejor opción para calcular la transformada discreta de Fourier es el conocido algoritmo FFT (*fast Fourier transform* o transformada rápida de Fourier). El procedimiento consiste en aplicar la transformación a segmentos cortos de la señal de llanto sucesivamente desplazados y solapados. Al final se obtiene una representación tridimensional del llanto como muestra la [figura 1](#), conocida como espectrograma digital.

Un espectrograma E tal como el mostrado en la [figura 1](#) se crea a partir de la muestra gráfica de todos los espectros calculados a partir de la onda acústica de llanto (todas las ventanas o *frames*). El eje vertical en E representa la frecuencia, con 0 Hz en base y 4 kHz en el tope. Todos los espectros calculados son mostrados en paralelo al eje vertical (y). El eje horizontal representa el eje tiempo, a medida que nos movemos

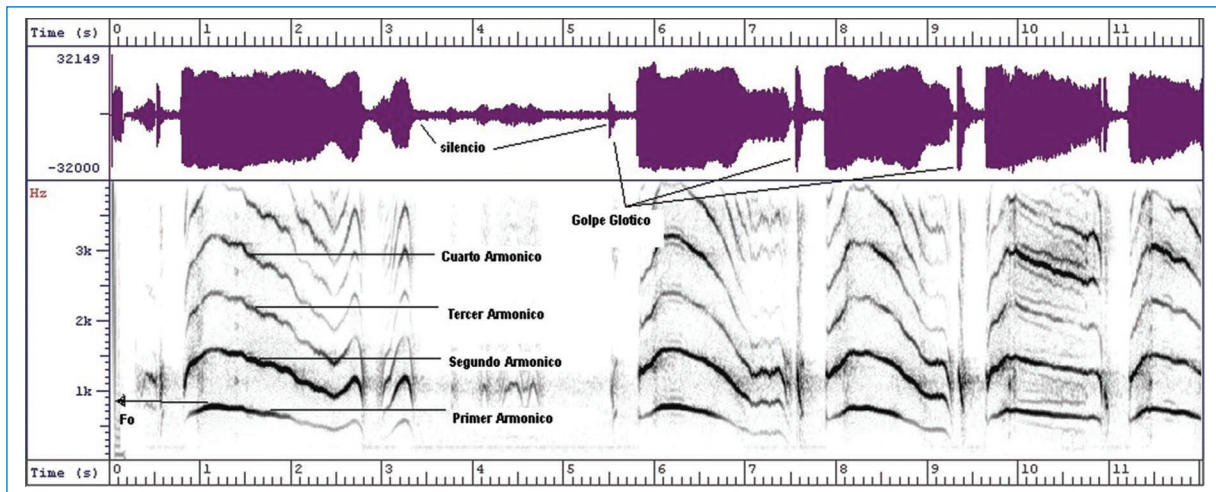


Figura 2. Espectrograma de un llanto infantil con duración de 12 segundos.

a la derecha a lo largo del eje x, pasando de un espectro a otro. Los E son normalmente calculados en forma digital en la computadora y almacenados en memoria como un arreglo 2D (bidimensional) de valores de la energía de la señal acústica. Para un espectrograma E dado, la energía (amplitud) de un componente de frecuencia f en un instante de tiempo t en la señal del llanto es representada por la oscuridad o color del punto correspondiente $E(t, f)$. Normalmente se acostumbra a representar gráficos conjuntos (uno a continuación del otro) de la forma de onda (oscilograma) y del espectrograma (Fig. 2). En esta forma de representación el lector del espectrograma E puede fácilmente visualizar los patrones en la forma de onda y en la forma correspondiente al espectrograma⁴. Analizando específicamente el espectrograma digital de la figura 2 se tiene que el eje tiempo (abscisas) va de izquierda a derecha para un periodo correspondiente a 12 segundos de grabación de llanto infantil con marcas correspondientes a 1 segundo. El nivel de gris o negrura corresponde a la intensidad del llanto. En el eje de las ordenadas se tiene, de abajo hacia arriba, a la frecuencia, en este caso en un rango de 4,000 Hz (ciclos/s). En este ejemplo se observa una señal de llanto que comienza aproximadamente a los 0.25 s, tiene paquetes sonoros cuasiperiódicos (generalmente denominados como unidad de llanto en un ciclo inspiración/expiración) con espacios de silencio intercalados.

Puede observarse como el primer armónico da la F_0 y los múltiplos de ella conforman los armónicos superiores (segundo, tercero, etc.). Para el instante prefijado se tiene un valor de F_0 cercano a los 850 Hz. Para el especialista

entrenado y conocedor de la acústica del llanto y su vinculación con determinados patrones neurofisiológicos del neonato, la información del espectrograma resulta de gran utilidad (logopedas, fonoatras y otros).

Atributos acústicos del llanto derivados del espectrograma digital

En general una buena parte de los atributos acústicos del llanto pueden ser reflejados e inducidos por simple inspección en el espectrograma. En 1980 Michelsson publicó un esquema ilustrativo de algunos de esos atributos².

Son estos atributos (características cualitativas) los que, según su comportamiento, presencia o combinación pueden servir de pistas o marcadores para establecer un posible estatus neurofisiológico en el neonato. A manera de ejemplo veamos en la figura 3 el espectrograma del llanto de un niño con problemas de asfixia (llanto patológico). En este se observan aspectos vinculados con el llanto de asfixia como: llanto débil (pobre contenido energético), con pérdida de su estructura armónica, valores elevados de F_0 (por encima de 1,000 Hz), así como zonas con concentraciones ruidosas (niveles altos de energía dados por el negror o nivel de gris, pero sin estructura de armónicos establecida).

Valorizando las características o atributos cualitativos presentes en el espectrograma

Ha sido una aspiración constante de los investigadores el establecimiento de leyes para describir

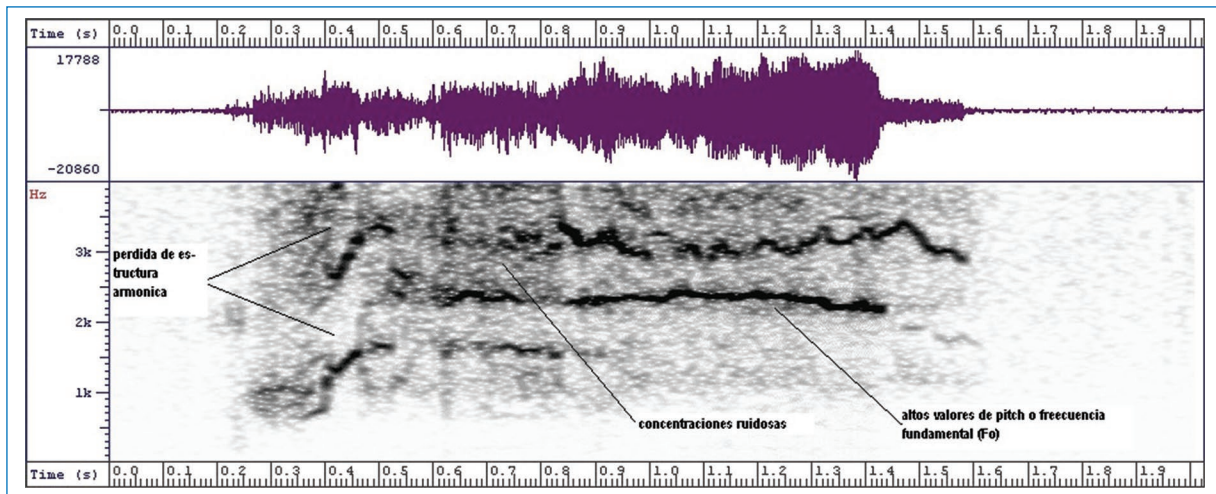


Figura 3. Espectrograma de una señal de llanto correspondiente a un neonato con problemas de hipoxia (asfisia).

formalmente los procesos de producción y percepción del llanto infantil. Los esfuerzos en este sentido tienen como objetivo mostrar el llanto infantil no solo como un evento acústico-lingüístico, sino también como un indicador del estado neurofisiológico del neonato. Hay dos enfoques para el ALLI: el análisis cuantitativo y el análisis cualitativo. En el primero se utilizan medidas cuantitativas para describir la onda de llanto (oscilograma) mediante diferentes tipos de características acústicas. Por ejemplo, una descripción cuantitativa del llanto de un neonato normal se caracteriza por una F_0 promedio de 450 Hz y su banda de normalidad se mueve entre 400 y 600 Hz¹⁻⁴, armónicos espaciados simétricamente y con duraciones promedio de unidades de llanto de entre 1 y 1.5 s⁵. Alternativamente, el análisis cualitativo está disponible para usarse solo o como complemento del cuantitativo. Generalmente, el análisis cualitativo se realiza mediante inspección visual del espectrograma. La descripción cualitativa obtenida proporciona información adicional útil para la identificación de variaciones o similitudes presentes en las respectivas ondas de llanto patológico y normal. Se pueden percibir varias características cualitativas por medio de la inspección visual de la onda de llanto en el espectrograma, tales como forma melódica, desplazamiento de F_0 (cambios bruscos), deslizamientos, vibratos, etc. A partir de las características cualitativas percibidas, los médicos especialistas esperan recopilar información relevante que les permita diferenciar los llantos normales de los patológicos para ayudar a realizar un diagnóstico oportuno.

Potencial diagnóstico de algunas características cualitativas presentes en el espectrograma

La literatura especializada se refiere al cambio en el llanto infantil debido a condiciones patológicas. Entre las enfermedades y condiciones patológicas en las que se ha estudiado el llanto infantil se encuentran aquellas asociadas a anomalías cromosómicas (llanto *cri du chat*, síndrome de Down), trastornos endocrinos, trastornos metabólicos, daño cerebral, síndrome de muerte súbita del lactante, bajo peso al nacer, prematuridad, asfisia, desnutrición y síndrome de enfermedades y malformaciones del tracto orolaringeo (labio hendido). Otros estudios han incluido el llanto de niños de madres drogadictas o alcohólicas. En condiciones patológicas, un propósito importante, además de considerar los cambios que ocurren en los patrones normales y anormales, es conocer qué rasgos o atributos, así como cuáles son los rangos de valores en el llanto, que pueden verse alterados por estos cambios. En los últimos avances del ALLI se visualizan trabajos que intentan proporcionar información útil para diferenciar entre llantos normales y patológicos. Resumiendo algunas de las características descriptivas encontradas:

- Para un llanto infantil normal o saludable: llanto con valores promedio de F_0 de 450 Hz, con rango de 400 a 600 Hz, el patrón melódico que prevalece es ascendente-descendente, en la onda de llanto hay más sonidos de llanto que silencios.
- Para llanto con tendencia patológica: llantos con valores extremos en la F_0 , las formas melódicas que prevalecen son descendente, descendente-ascendente,

plana y sin forma melódica definida, los deslizamientos y cambios ocurren con mayor frecuencia².

Avances recientes

Emergencia de nuevos atributos cualitativos del espectrograma digital con potencial diagnóstico

Aunque los coeficientes cepstrales en escala Mel y los coeficientes de predicción lineal, así como las características espectrales, han sido los atributos más utilizados en la clasificación de llanto, aún existen nichos no suficientemente estudiados en el área de extracción de características (con potencial diagnóstico). En 1982 Michelsson describió el comportamiento de ciertos atributos acústicos en el espectrograma de la señal de llanto de niños en presencia de ciertas patologías del sistema nervioso central³. Michelsson concluyó que algunos de estos fenómenos acústicos como las estridencias, los cambios de la F_0 (desplazamientos) y la melodía podrían ser pistas para el diagnóstico, pero lamentablemente no habían sido objeto de una profunda investigación. Agrega también que en el caso de la estridencia el grupo escandinavo trabajó en su medición objetiva, pero no en la relación entre el número de estridencias presentes en un cuadro de llanto con el valor de F_0 y el patrón de melodía en el segmento de análisis. Partiendo de estos antecedentes investigadores del Grupo de procesamiento de voz de la Universidad de Oriente (Cuba) proponen⁷ y validan⁸ un nuevo set de atributos cualitativos del llanto infantil presentes en el espectrograma con potencial diagnóstico para ser incorporados en tareas de clasificación automática de llanto infantil: estridencia, desplazamiento de F_0 y melodía. Este resultado demuestra el potencial de algunos atributos no suficientemente abordados en los últimos avances del ALLI cuando se combinan adecuadamente. En 2018 Reyes-García et al. retomaron dos parámetros cualitativos olvidados, como desplazamiento de F_0 y deslizamiento, y los combinaron con patrones de melodía para estudiar el llanto de los niños indígenas en México⁹, concluyendo que la combinación de este conjunto de parámetros acústicos resultó clave para diferenciar el llanto sano del patológico, evidenciando su potencial diagnóstico. Se demostró que incluso el análisis de las características cualitativas del llanto destinado al diagnóstico de los recién nacidos sigue siendo un tema abierto para los investigadores.

La clasificación de llanto infantil basado en espectrograma del llanto

La clasificación de llanto puede interpretarse también como un problema de clasificación de imágenes, ya que ese sonido puede también representarse como un espectrograma, que es la representación visual del sonido. Así, cuando convertimos las muestras de llanto infantil en espectrogramas, la tarea de clasificación de llanto se transforma en una tarea de clasificación de imágenes. La posibilidad de representar la señal de llanto como imagen por medio de espectrogramas abre una nueva perspectiva para el uso de la representación visual del espectro de frecuencias de una señal de llanto a medida que varía con el tiempo. Y la ventaja de esta técnica es que actualmente existen modelos de aprendizaje profundo muy potentes que están hechos específicamente para clasificar imágenes de manera muy eficiente¹⁰. Las arquitecturas de aprendizaje profundo como las redes neuronales convolucionales (CNN) se vienen aplicando con éxito en múltiples campos de la ciencia con bastante éxito (en algunos casos superiores al desempeño humano experto). Martínez-Cañete et al.¹¹ seleccionan las CNN para la clasificación del espectrograma de llanto infantil inspirados en su gran desempeño en el reconocimiento de imágenes. Mandujano et al.¹² proponen otro modelo, en el cual se implementó una CNN para un clasificador de llanto multivistas (donde las clases son hipoxia, hipoacusia, hambre, dolor y normal) con un espectrograma-imagen como entrada al clasificador. Aunque en el centro de esta investigación predominó como objetivo una clasificación binaria, con este resultado los autores muestran las potencialidades de las redes CNN para clasificación multiclase, esto se considera un paso de avance hacia el diagnóstico diferencial en neonatos basado en ALLI.

Además, el éxito actual del espectrograma en clasificación de llanto infantil viene siendo una tendencia actual. Le et al. desarrollaron varios modelos que emplean técnicas de aprendizaje automático, aprendizaje profundo y clasificación por conjuntos¹³, los cuales fueron entrenados en imágenes de espectrogramas de los archivos de audio tomados de la base de datos mexicana Baby Chillanto, logrando desempeños con precisiones superiores al 90%. Chang et al. obtuvieron altas tasas de detección y reconocimiento¹⁴ al implementar un clasificador multiclases (que incluye dolor, hambre, somnolencia y pañal mojado) mediante la conversión de la señal de llanto en un espectrograma bidimensional. Inicialmente hacen uso de una CNN para

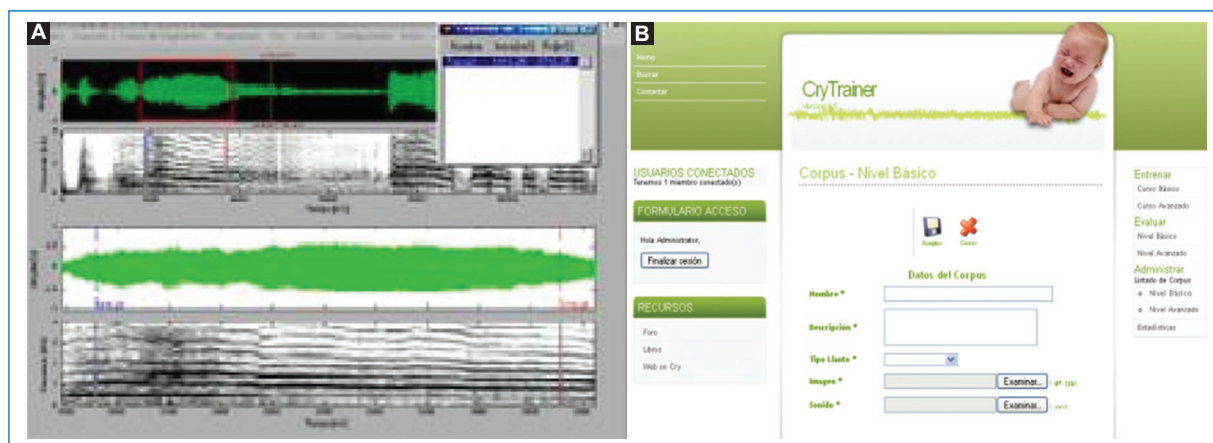


Figura 4. Capturas de pantalla de las herramientas ANAVOZ (A) y CryTrainer (B).

determinar si el espectro de entrada representa el llanto de un bebé y a continuación se adicionan un set de redes neuronales convolucionales unidimensionales que clasifican el llanto en las cuatro categorías previamente prefijadas. Felipe et al.¹⁵ desarrollaron un sistema automático para determinar si el llanto de un bebé está motivado por la sensación de dolor basado en la extracción de características del espectrograma generado a partir de muestras de audio de bebés con muy buenos resultados. Finalmente, Zayed et al.¹⁶ demuestran la importancia de fusionar diferentes características de llanto, especialmente el espectrograma, por medio del proceso de aprendizaje en lugar de una simple concatenación y el uso de algoritmos de aprendizaje profundo para extraer características escasamente representadas que se pueden usar más adelante en el problema de clasificación, lo que mejora la separación de clases entre las diferentes patologías de los neonatos.

Tecnologías web basadas en espectrograma digital

Desde el 2015 los investigadores del Grupo de procesamiento de voz vienen desarrollando herramientas basadas en tecnología web que hacen uso del análisis espectrográfico en investigaciones vinculadas con la detección temprana de trastornos en el neurodesarrollo infantil (TND) basada en ALLI, resultado de una colaboración científica con el Servicio de Neurodesarrollo Infantil y Discapacidad (SPNID) en la provincia de Santiago de Cuba. Una de ellas es el ANAVOZ para la adquisición de señales de voz y prevocalizaciones, su almacenamiento, edición, reproducción y extracción de características, tal como se aprecia en la figura 4A. Con

ella se garantiza la medición, estimación y extracción de los atributos acústicos cuantitativos y cualitativos requeridos en la investigación¹⁷. La herramienta CryTrainer 1.0 se muestra en la figura 4B; gestiona un entrenador con tecnología web para caracterización acústica de llanto infantil vía espectrograma digital, destinada para la preparación del personal médico de SPNID (apoyado en valoración de información visual, auditiva y textual). El CryTrainer es capaz de entrenar al usuario en asociar el comportamiento de diferentes parámetros y fenómenos acústicos de la señal de llanto, a partir de información visual y auditiva presente en el espectrograma, con la presencia de diferentes patrones neurofisiológicos y patológicos presentes en niños recién nacidos. El *software* puede aplicarse también en la formación y preparación de futuros especialistas en foniatría y logopedia infantil, especialidades que forman parte del SPNID¹⁸.

Ambas herramientas forman parte de un anteproyecto de metodología para apoyo al diagnóstico temprano de TND basado en ALLI actualmente en desarrollo.

Conclusiones

El presente trabajo aborda la pertinencia actual de una herramienta tradicional y efectiva como es el espectrograma digital en este caso aplicado al análisis y estudio del llanto infantil orientado al diagnóstico neonatal. La emergencia reciente de un nuevo set de características cualitativas con potencial diagnóstico como la estridencia, el desplazamiento de F_0 y la melodía, la adaptabilidad de estas al combinarse con otras características validadas por el estado actual del ALLI nos muestra no solo la validez actual del análisis espectrográfico de la señal de llanto, sino también la necesidad

de continuar los esfuerzos investigativos en la extracción de características que potencien la eficiencia y rendimiento de los clasificadores de llanto actuales. La emergencia de métodos de clasificación automática de llanto infantil con aprendizaje profundo que hacen uso del espectrograma para la representación del dato de entrada al clasificador muestra una tendencia actual. Se espera en los próximos años importantes avances en el ALLI a partir de la confluencia de nuevos modelos de clasificadores basados en aprendizaje automático, solidez en la tecnología web y una mejor caracterización de la señal de llanto infantil.

Financiamiento

Los autores declaran que los resultados abordados en el presente artículo son parcialmente apoyados por el Project n° 2: *Biomedical technologies and services for improving the medical assistance in the eastern region of Cuba*, IUC Partner Programme (PP) Phase II, Belgium-Cuba Cooperation.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Consideraciones éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad, consentimiento informado y aprobación ética. El estudio no involucra datos personales de pacientes ni requiere aprobación ética. No se aplican las guías SAGER.

Declaración sobre el uso de inteligencia artificial. Los autores declaran que no utilizaron ningún tipo de inteligencia artificial generativa para la redacción de este manuscrito.

Bibliografía

1. Wasz-Hockert O, Lind J, Vuorenkoski V, Partanen T, Valanne E. The infant cry: a spectrographic and auditory analysis. *Clin. Devo Med.* 1968;29:1-42.

2. Michelsson K. Cry characteristics in sound spectrographic cry analysis. En: Murry T, Murry J, editores. *Infant communication: cry and early speech*. Houston: College-Hill Press; 1980. pp. 85-105.
3. Michelsson K. Sound spectrographic cry analysis of normal and abnormal newborns. *Folia Phoniatrica*. 1982;28:161-73.
4. Reyes CA, Cano Ortiz SD, editores. *Fundamentos teóricos y prácticos del análisis de llanto infantil*. 1.ª ed. Puebla: CONACYT; 2009.
5. Escobedo-Beceiro DI. Análisis acústico del llanto del niño recién nacido orientado al diagnóstico de patología en su neurodesarrollo debido a la hipoxia [tesis doctoral en internet]. [Santiago de Cuba]: Universidad de Oriente; 18 de febrero de 2010. Disponible en: <https://tesis.sld.cu/index.php?P=FullRecord&ID=69>
6. Golub HL, Corwin MJ. A physioacoustic model of the infant cry. En: Lester BM, Boukydis CFZ, editores. *Infant crying: theoretical and research perspectives*. New York: Plenum Press; 1985. pp. 59-82.
7. Cano S, Suaste I, Escobedo D, Reyes-García CA, Ekel T. A combined classifier of cry units with new acoustic attributes. En: Martínez-Trinidad JF, Carrasco Ochoa JA, Kittler J, editores. *CIARP 2006*. LNCS, vol. 4225. Heidelberg: Springer; 2006. pp. 416-425.
8. Cano-Ortiz SD, Martínez-Cañete Y, Veranes-Viset L. Evaluating new set of acoustical features for cry signal classification. En: Vergara-Villegas OO, et al., editores. *MCPR 2022*. LNCS, vol. 13264. Springer; 2022. pp. 149-158. Disponible en: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-07750-0_14
9. Reyes-García CA, Torres-García AA, Ruiz-Díaz MA. Extracción de características cualitativas del llanto de bebé y su clasificación para la identificación de patologías utilizando modelos neuro-difusos. *Memorias del Congreso Nacional de Ingeniería Biomédica*. 2018;5(1):106-9.
10. Schmidhuber J. Deep learning in neural networks: an overview. *Neural Networks*. 2015;61:85-117.
11. Martínez-Cañete Y, Cano-Ortiz SD, Langmann R. Deep learning classification models for infant cry diagnostic. En: Auer ME, Langmann R, Thrasyvoulos T, editores. *Artificial Intelligence and Online Engineering*. REV 2023. *Lecture Notes in Networks and Systems*, LNNS 763. Springer (in press).
12. Mandujano M, Reyes-Galaviz OF, Cano-Ortiz, Reyes-García CA. Analysis and processing of infant cry for diagnosis purposes. En: Torres García A, Reyes García C, Villasenor-Pineda L, Mendoza-Montoya O, editores. *Biosignal processing and classification using computational learning and intelligence: principles, algorithms, and applications*. Academic Press; 2021.
13. Le L, Kabir ANMH, Ji C, Basodi S, Pan Y. Using transfer learning, SVM, and ensemble classification to classify baby cries based on their spectrogram images [Internet]. *IEEE Xplore. Proceedings - 2019 IEEE 16th International Conference on Mobile Ad Hoc and Smart Systems Workshops, MASSW 2019*; 2019. Disponible en: <https://doi.org/10.1109/MASSW.2019.00028>
14. Chang C-Y, Tsai L-Y. A CNN-based method for infant cry detection and recognition. En: Barolli L, Takizawa M, Khafa F, Enokido T, editores. *Web, artificial intelligence and network applications (WAINA 2019)*. *Advances in intelligent systems and computing*, vol. 927. Springer, Cham; 2019. pp. 786-792.
15. Felipe GZ, Aguiar RL, Costa YMG, Silla CN, Braham S, Nanni L, et al. Identification of infants' cry motivation using spectrograms [Internet]. *IEEE Xplore. 2019 International Conference on Systems, Signals and Image Processing (IWSSIP)*; 2019.
16. Zayed Y, Hasasneh A, Tadj C. Infant cry signal diagnostic system using deep learning and fused features. *Diagnostics*. 2023;13(12):2107.
17. Gámez de la Rosa R, Escobedo BDI, Sanabria MF. A software version for getting frequency shifts on infant cry pitch. En: Braidot A, Hadad A, editores. *VI Latin American Congress on Biomedical Engineering. IFMBE Proceedings*. Volume 49. Springer International Publishing; 2015. pp. 611-614.
18. Cano-Ortiz SD, Martínez-Cañete Y, Lombardi A, Legra L, Langmann R, Jacques H. A support system for information management oriented for the infant neurodevelopment study. En: Auer ME, Langmann R, editores. *Smart Industry & Smart Education. Proceedings of the 15th International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation. Lecture Notes in Networks and Systems (LNNS)*, Vol. 7. Springer; 2019. pp. 528-535.