



Perros adiestrados y partos anticipados.

Metrología en medicina, ¿para qué?

Los equipos que se emplean en medicina para realizar diagnósticos deben estar correctamente calibrados para que las decisiones que se tomen sean las adecuadas. ¿Qué puede pasar si eso no sucede?

Como todas las tardes, Ramiro regresa del colegio junto a Pupi, un perro blanco, pequeño, vivaz, de ojos saltones y orejas largas, con manchas marrones.

Pupi, además de ser su mascota, tiene un rol importantísimo en la vida de Ramiro: es su perro centinela. Desde hace 5 años, cuando le diagnosticaron diabetes, Pupi fue adiestrado para detectar variaciones de insulina en Ramiro, las que podrían poner en riesgo su salud. Gracias a su olfato (el de los perros resulta alrededor de 50 veces más desarrollado que el de los seres humanos) es capaz de reconocer el olor particular que libera Ramiro a través del sudor o saliva cuando su glucosa sube o baja excesivamente (hiper o hipoglucemia).

Los valores normales de azúcar en sangre varían en función de las edades y otros parámetros (momento del día, ingesta de alimento). Para la edad de Ramiro, 10 años, oscilan entre 90 y 180 mg/dL. Pupi aprendió que si olfatea valores fuera de esos rangos debe alertar con sus ladridos a sus padres, o al adulto que se encuentre más cerca del niño. Y en verdad, lo cumple a rajatablas. Es capaz de ladrar sin interrupción hasta que aparezca alguien que mire con detenimiento el equipo que lleva Ramiro en el bolsillo o colgado del cinturón.

Te explico mejor. El páncreas de Ramiro no produce insulina, una hormona que ayuda a que la glucosa (azúcar simple) de los alimentos entre en las células para darles la energía que necesitamos para crecer, pensar, respirar, caminar, reponernos de una gripe, o realizar cualquiera de las actividades que él, como cualquier otro chico, desarrolla a diario. Por eso, además de seguir una dieta adecuada (alimentos nutritivos, bajos en grasas y calorías) y hacer ejercicios físicos regularmente, a Ramiro lo acompaña siempre un pequeño dispositivo a batería conocido como infusor o bomba de insulina que trabaja junto con un sensor o monitor continuo de glucemia.

Más pequeño que un teléfono celular, el infusor de insulina intenta cumplir la función del páncreas; esto es, suministra insulina las 24 horas del día, a un ritmo y cantidad que se programa y que varía a lo largo del día. Esto se realiza por medio de un tubo que conecta un reservorio de insulina a un pequeño catéter que se inserta bajo la piel de su abdomen. El monitor de glucosa, en cambio, es un sensor que mide de manera continua los niveles de este azúcar en su organismo. Cuando detecta valores fuera del rango de referencia, emite una alerta que permite ajustar manualmente (incluso detener, si es necesario) el suministro de insulina que efectúa el infusor.

Estos dispositivos son muy útiles, pero requieren de una adecuada lectura e interpretación de valores, operaciones que Ramiro no puede hacer solo o cuando está en la escuela. Por eso la importancia del rol de Pupi.

El sensor debe ser verificado periódicamente comparando sus resultados con un medidor de glucosa externo, o glucómetro, que funciona con una gota de sangre del organismo y actúa como referencia. Además, estos equipos necesitan calibraciones periódicas que deben ser realizadas por personal competente para asegurar que la dosificación de insulina y la medición del nivel de glucosa en la sangre de Ramiro sean los correctos.

“Ayer, por ejemplo, nos habíamos olvidado de cargar los valores de glucosa que Ramiro tenía al levantarse, los que obtenemos introduciendo una gota de sangre en el glucómetro” —relata Vera, su mamá—. Antes de llegar al colegio, Pupi empezó a ladrar sin detenerse. El sensor no indicaba anomalías, pero Ramiro se sentía mareado. Fue ahí cuando nos acordamos que habíamos omitido programar el infusor. Por suerte, Ramiro se recuperó enseguida al beber una bebida azucarada”.

Pupi tampoco se equivocó, demostrando el estrecho vínculo que puede haber entre el instinto y la percepción animal, el conocimiento humano y la ciencia.

El infusor o bomba de insulina imita el funcionamiento del páncreas de una persona sin diabetes. Suministra insulina de forma continua de acuerdo con las necesidades de quien lo usa. La cantidad de insulina que administra se programa en forma previa en función de los niveles de glucosa observada.

Ilustración: Alberto Parra del Riego.



“De parto. ¿Ya?”

En cuestiones de salud, los errores de diagnóstico relacionados con deficiencias en la calibración de equipos, lamentablemente no sólo se dan en relación con la medición de glucosa, sino que pueden registrarse en cualquier caso en el que se empleen equipos.

Lorena cursa el séptimo mes de embarazo. El jueves pasado acudió a la clínica para realizarse un control de rutina, que incluye un monitoreo fetal.

Su hermana, que ya tiene dos hijos, le contó que ese equipo se usa para evaluar el bienestar del bebé, a través de controlar su frecuencia cardíaca y la actividad uterina. Mediante dos dispositivos llamados transductores que se aseguran con bandas elásticas sobre la panza materna, el personal médico “monitorea” durante media hora la intensidad de la contracción uterina, medida en kilopascales (kPa) y la frecuencia cardíaca del feto, medida en latidos por minuto (lpm).

Ambas mediciones pueden verse en una pantalla e imprimirse a modo de gráfico en papel milimetrado para su análisis y comparación posterior. Cuando la frecuencia cardíaca observada se encuentra entre 120 y 160 latidos por minuto y aparecen cinco o más movimientos del bebé en media hora de monitoreo, el bebé seguramente se encuentra bien. Pero si los valores registrados difieren de manera importante de esos parámetros, el médico puede decidir adelantar el parto, para evitar sufrimiento fetal.

Lorena se recostó sobre la camilla. Se sentía tranquila. No tuvo complicaciones en todo el embarazo y el séptimo mes lo atravesaba haciendo vida casi normal. Pero cuando percibió los gestos de preocupación del técnico que realizaba el monitoreo, se asustó como nunca. La sensación se incrementó cuando lo escuchó pedir a un auxiliar que llamara al obstetra de guardia.

La doctora Inés acudió de inmediato. Con solo mirar los rostros de ambos, técnico y futura mamá, comprendió que algo no andaba bien. El técnico le susurró un comentario por lo bajo mientras señalaba las curvas en el monitor.

Inés, con más de 30 años de profesión, tomó de la mano a Lorena y le preguntó cómo se sentía. Auscultó los latidos, a través de la panza, con un estetoscopio. Y con voz decidida pidió un nuevo monitoreo, pero esta vez, empleando un equipo que tenía en su consultorio, anexo a la sala donde se encontraban.

En minutos repitieron el monitoreo y al observar la gráfica ambos especialistas quebraron la tensión con una carcajada simultánea y súbita. Lorena sentía ganas de reír y de llorar a la vez. Inés la tranquilizó: “Con los valores del primer monitoreo hubiéramos tenido que hacer una cesárea inmediata. Tu estado general no daba

ninguna muestra de anormalidad, por eso inmediatamente pensé que el equipo no estaba funcionando bien”.

El técnico no sabía cómo disculparse. La ficha del equipo de monitoreo fetal indicaba que debía haber sido calibrado seis meses atrás. Pero con la pandemia, las consultas mermaron en el sector, el equipo no fue usado y nadie reparó en su mantenimiento.

Pero ¿cómo se calibra un monitor fetal? Como en otros equipos biomédicos, no hay criterios únicos y normativos que determinen el modo de hacerlo, por lo que cada fabricante de equipo debe crear y validar métodos para cada equipo teniendo en cuenta las variables de funcionamiento de su sistema.

De acuerdo con un trabajo de revisión bibliográfica publicado en la revista *Bioingeniería* (25 de septiembre 2020) esto se debe en parte a que en los equipos biomédicos no es fácil establecer valores de referencia internacionales para variables fisiológicas, y por lo tanto estandarizarlas. No obstante, para resolver esa dificultad entidades certificadoras de calidad en salud han tenido que abordar la definición de métodos experimentales y teóricos para la calibración de los equipos usados en aplicaciones médicas, arrojando, en consecuencia, diferentes metodologías que se utilizan en cada país.

Los métodos de calibración para estos equipos derivan tanto del análisis de su desempeño, como de las propiedades relacionadas con su estatus de dispositivo electrónico. Al conocer los rangos de frecuencia en el que puede ser captado un ruido cardíaco fetal y la intensidad de las contracciones uterinas, los fabricantes de equipos patrón han diseñado sus simuladores dentro de rangos de funcionamiento clínicos.

Actualmente, los métodos conocidos se basan en comparaciones directas (con un instrumento de medición) o indirectas (mediante la manipulación matemática de una o varias medidas directas) del patrón con el equipo sometido a medición.

Los equipos electrónicos también se estresan

Al momento de diagnosticar un paciente en la mayoría de los casos se realizan mediciones, que pueden ser de magnitudes físicas (temperatura corporal, tensión sanguínea, electrocardiogramas, peso, estatura) y químicas, (niveles de glucosa en sangre, conteo de glóbulos rojos) o mediante imágenes (ecografías, radiografías).

La Metrología, ciencia de las mediciones, desempeña un papel fundamental en el diagnóstico médico ya que si estas mediciones no se realizan con equipos adecuados o correctamente calibrados por personal capacitado, en centros acreditados, el equipo biomédico puede arrojar datos que induzcan a falsos diagnósticos.

Cuando los equipos son empleados en el ámbito hospitalario, suele existir una normativa nacional o internacional que determina los intervalos de tiempo entre calibración y calibración, los ensayos a realizar y los valores de referencia, entre otros parámetros, con la finalidad de incrementar la calidad de los servicios de atención y garantizar la confiabilidad de los diagnósticos. Todas las mediciones llevan consigo un error y una incertidumbre, datos que normalmente no conocen los médicos, que son quienes directamente diagnostican al paciente.

Entonces, la Metrología en Medicina ¿para qué sirve? Para verificar que los errores e incertidumbres de los equipos que se utilizan en la práctica médica se encuentren dentro de rangos permisibles que no pondrán en riesgo la salud de los pacientes. Esto reduce el riesgo de que aparezcan falsas alarmas en el diagnóstico, como en el monitoreo fetal de Lorena, o, lo que sería aún peor, que los equipos no detecten problemas reales a causa de los errores de medición y que esos problemas no sean tratados.



Foto cedida por CENAMEP - AIP

De este modo, es posible garantizar la confiabilidad de las mediciones de los equipos al momento de realizar diagnósticos médicos. Para ello las instituciones prestadoras de salud deben observar procedimientos continuos y documentados de calibraciones en todos sus equipos.

El envejecimiento de los componentes, los cambios de temperatura y humedad y el estrés mecánico y electrónico que soportan los equipos médicos son factores que deterioran poco a poco su funcionamiento. Para eso también valen las revisiones periódicas.

Los Institutos Nacionales de Metrología tienen un papel protagónico en esta temática. En sus laboratorios, no solo realizan calibraciones de equipos médicos sino que también desarrollan y estandarizan métodos de calibración destinados a nuevos modelos o tecnologías que aún no cuentan con procedimientos de ensayo normalizados, y capacitan a fabricantes y personal dedicado a brindar servicios de calibración.

Gracias a todo ello, Ramiro recibe las dosis de insulina que necesita y cuando lo necesita. Y Lorena no deja de mirar con emoción a su bebé, nacido tras un hermoso parto natural, luego de nueve meses completos de gestación.

EDWIN AIZPURUA (PANAMÁ) Y
CLAUDIA MAZZEO (ARGENTINA)