

# Sesión de temas clínicos y de enseñanza

Presidente: Dr. Fernando Prieto López,  
Director del Hospital  
"Adolfo López Mateos",  
ISSSTE

## 22

### Determinación del flujo sanguíneo en las extremidades posteriores de perros

H. Brust-Carmona, C. Reyes Vázquez, F. Cornejo y F.R. Amaris.  
Depto. de Fisiología-División de Investigación, Facultad de Medicina, UNAM.

El objetivo fundamental del aparato cardiovascular es la perfusión de los capilares, puesto que es el único sitio de intercambio de agua, de sustancias y de gases entre el medio ambiente y las células. Por lo tanto, es importante desarrollar métodos no invasivos que permitan medir el flujo en los capilares. Con el análisis de la presión arterial sistólica y diastólica sólo podemos inferir cómo puede ser ese flujo.

Consideramos que la medición del volumen de la extremidad —o de un determinado órgano— podría dar una indicación más correcta del flujo, puesto que traduciría cómo es la entrada y la salida de la sangre. Con este fin, hemos iniciado una serie de experimentos en perros anestesiados en los que simultáneamente se les mide: a) la presión arterial, b) el flujo en las arterias femorales y c) el volumen de la extremidad. Las mediciones a y b se realizan por el método directo y el electromagnético, respectivamente. El volumen se mide colocando la extremidad dentro de un tubo cerrado lleno de agua y comunicado a un transductor tipo de puente de Wheastone.

Los resultados muestran cómo es posible tener

un aumento considerable de la presión arterial con una disminución del volumen de la extremidad. También con presiones menores hay un incremento de volumen en la extremidad. Ambos efectos se correlacionan directamente con el flujo sanguíneo.

Actualmente se desea hacer determinaciones volumétricas en animales despiertos, lo cual requiere desarrollar una técnica especial, y ésta es la principal razón de presentar este trabajo ante una audiencia tan especial.

## 23

### Un hallazgo excepcional en electrocardiografía fetal externa

Paulina Eisenberg de Smoler y Carmen Domínguez de Costa. Miguel Lindig B. Sección de Graduados, UPIICSA-IPN. Depto de Ingeniería, UAM-Iztapalapa. Departamento de Investigación en Medicina Perinatal de la Sección de Electrocardiografía Fetal del Hospital de Gineco-Obstetricia No. 4 del IMSS.

La aplicación de la electrónica a la medicina ha sido de gran utilidad para la clínica, y constantemente abre nuevos campos a la investigación. En la medicina perinatal, uno de estos campos es el registro del electrocardiograma fetal como un

\* Este trabajo ha sido subsidiado por un donativo de los Laboratorios Rorer de México, S.A.

indicador de las condiciones en las que se encuentra el feto. Gracias a diversos hechos con base en productos abortados, se sabe que el electrocardiograma fetal humano completo (onda P, Q, R, S y T) es registrable desde las cinco y media semanas de gestación.

En la técnica de registro del electrocardiograma fetal por medio de electrodos externos (abdominales), la mayoría de los investigadores coincide en la dificultad de obtener un registro completo. Generalmente se registra únicamente el complejo QRS y, en ocasiones, se pueden demostrar alteraciones del segmento ST.

En 1957 Southern reporta el haber podido obtener todas las ondas electrocardiográficas fetales en 94 de 96 pacientes en registros efectuados con electrodos abdominales. Sin embargo, en el trazo tipo que presenta sólo se observa un tipo de complejos electrocardiográficos con frecuencia de 65 lats/min. y no de 92 lats/min., como se reporta. Como él mismo hace notar, en los electrocardiogramas fetales abdominales se registra tanto la señal materna como la fetal. En su ilustración presenta un sólo tipo de electrocardiograma con todas las ondas.

El equipo por él utilizado (Sanborn, Mod. 185) posee una ganancia de hasta  $40 \mu\text{V}/\text{cm}$ . Un filtro permite atenuar selectivamente las bajas frecuencias, con el objeto de reducir los movimientos de la línea base causados por la respiración u otras fuentes.

El objeto de presentar este trabajo es reportar un hallazgo que se consideraba imposible o sumamente raro en electrocardiografía fetal externa. Se trata de la presencia del componente auricular (onda P), el cual se ha podido detectar en seis casos registrados en un período menor a un año.

La única característica común a todos los casos es que el registro se obtuvo en embarazos de entre 19 y 27 semanas.

El equipo utilizado para estos estudios es el mismo con el que se ha contado anteriormente. Por lo tanto, no es posible ofrecer una explicación técnica respecto a la obtención de la onda P.

Las características de conducción eléctrica de los tejidos han sido consideradas como la causa que impide el registro del ECG fetal externo antes de las once semanas de gestación. Parece ser que las bajas frecuencias sufren una atenuación superior a la que sufren las altas frecuencias contenidas en el ECG fetal en su paso por los distintos tejidos. Así, a nivel de pared abdominal las ondas P y T son más atenuadas en el QRS que contiene principalmente componentes de alta frecuencia.

Se presentan estos casos raros con el propósito de, por una parte, motivar el reporte de más casos por parte de los investigadores en esta especialidad, y por otra, despertar el interés del ingeniero biomédico por indagar las posibles razones físicas y bioeléctricas que, la mayoría de las veces, impiden el registro del ECG fetal externo.

## 24

### Aplicación de modelos determinísticos y probabilísticos al análisis de dosificación de medicamentos con respuesta fisiológica cuantificable

Eduardo Lowenberg Favela. Jefe del Servicio de Perinatología del C.H. "20 de Noviembre", ISSSTE. Humberto Rebollo Dfáz. Coordinador de Investigación y Desarrollo del Servicio de Ingeniería Biomédica del C.H. "20 de Noviembre", ISSSTE. Héctor Triana Saldaña y José Luis Iglesias Benavides. Servicio de Perinatología, C.H. "20 de Noviembre", ISSSTE. José Angel Conchello Roman. Depto. de Matemáticas, Universidad Iberoamericana.

Se ha desarrollado un método de aplicación de modelos matemáticos diferenciales y modelos estadísticos para la elección de dosis orales e intravenosas óptimas de medicamentos con características bioquímicas definidas, tomando en cuenta los factores de riesgo-efectividad inherentes a la aplicación de cualquier droga.

Se exponen los procedimientos matemáticos y las simplificaciones que limitan la exactitud y la confiabilidad del método.

Como ejemplo se presenta el procedimiento utilizado en la evaluación de la droga NAB 365 (Clenbuterol), como droga uteroinhibidora, procedimiento desarrollado en el Servicio de Perinatología del C.H. 20 de Noviembre, en colaboración con el servicio de ingeniería biomédica del mismo centro hospitalario.

# 25

## Centellografía pulmonar inhalatoria con <sup>99m</sup>Tc-DTPA

Juan J. Gómez Moreiras, Roberto Maass Escoto, Sylvia Flores-Alatorre Ortiz. Depto. de Medicina Nuclear, Hospital Español.

El trabajo se basó en la necesidad de realizar simultáneamente las centellografías pulmonar perfusoria (CPP) y la pulmonar inhalatoria (CPI), para así aumentar el porcentaje de especificidad en el diagnóstico del tromboembolismo pulmonar (TEP). Desde el 26 de septiembre de 1979 en el Departamento de Medicina Nuclear del Hospital Español se ha iniciado el CPI después de inhalar durante cinco o siete minutos 20 a 30 mCi de <sup>99m</sup>Tc-DTPA en aerosol, rutinariamente, después de cualquier CPP anormal.

Teniendo en cuenta la metodología y el equipo usado por Taplin, Chopra y Hayes, hasta la actualidad, el CPI lo hemos realizado en 86 pacientes con un equipo que consta de un nebulizador mecánico de plástico "bird" operado con aire u oxígeno comprimido en un tanque, a una velocidad de ocho a diez litros por minuto. El componente más importante es una bolsa de plástico (de seis a quince litros de capacidad), la cual se coloca en la línea de tubos por donde fluyen las partículas radiactivas nebulizadas, entre el nebulizador mecánico y la boquilla del paciente. Esta bolsa retiene las gotas mayores de dos micrones de tamaño por: sedimentación, impactación o turbulencia.

Otros de los elementos esenciales son: un regulador de flujo de aire; tubo corrugado desechable; válvula desechable de una sola vía; nariquera; conectores universales; boquilla y una válvula de exhalación.

Con este equipo hemos obtenido imágenes inhalatorias de calidad y es posible diferenciar cuáles son los defectos de perfusión debidos a TEP y los efectos secundarios debidos a otras causas:

# 26

## Técnica de enmascaramiento diferencial para realizar estudios audiológicos mediante potenciales evocados

Luis Benítez Díaz. Unidad de Investigación Biomédica, Centro Médico Nacional, IMSS.

El registro de potenciales evocados auditivos del tallo cerebral (PEA-TC), tiene aplicaciones audiométricas en pacientes que, por su edad, su coeficiente intelectual o su estado de conciencia no pueden o no quieren cooperar para realizar una audiometría tonal tradicional.

Dichos potenciales tienen la ventaja de medir la función auditiva en forma objetiva; sin embargo, para obtenerlos es necesario usar estímulos acústicos de muy corta duración (*clicks* de 0.1 ms), con el fin de sincronizar las descargas de una población grande de neuronas. Un estímulo de muy corta duración contiene energía en una banda ancha de frecuencias. Esta dispersión de la energía en la dimensión frecuencia hace que el estímulo excite por igual a toda la membrana basilar y que la respuesta obtenida sea la suma de la actividad de la totalidad de la cóclea. Por lo tanto, no es posible medir por separado la sensibilidad acústica para cada una de las frecuencias audibles.

Tampoco es posible usar como estímulo un tono puro breve (*pip*), pues dicho tono debe ser de larga duración, lo cual lo hace inadecuado para sincronizar un número suficiente de neuronas.

Existe por lo tanto un conflicto debido a que el *click* es temporalmente apropiado pero carece de especificidad en la dimensión frecuencia, mientras que el *pip* tiene características opuestas.

Con base en las propiedades mecánicas de la membrana basilar del oído (que aumenta progresivamente de anchura desde la base al apex y es por lo tanto más rígida en un extremo que en el otro), se diseñó un sistema de estimulación consistente en acompañar al *click* (estímulo de banda ancha) por ruido cuya anchura de banda era variada sistemáticamente. Al restar las respuestas obtenidas en presencia de dos bandas de ruido ligeramente diferentes, el resultado corresponde a la contribución de un segmento limitado de membrana a la respuesta global.

# 28

## Imprementación económica del experimento de Lavoisier y Laplace para la enseñanza

Rodolfo García Sámamo, Hortensia Rodríguez González y Carlos García Moreira. Laboratorio de Biofísica, Facultad de Ciencias, UNAM.

La determinación mediante calorimetría directa del metabolismo animal constituye un experimento fundamental de la biología, y de ella se hacen referencias en casi todas las especialidades.

No obstante su importancia y las dificultades que su correcta visualización implica para los estudiantes, no existen comercialmente equipos que permitan su realización en condiciones razonablemente rigurosas. Esto determina que en la mayoría de los cursos prácticos ésta se omita o bien se realice en forma muy inexacta.

A efectos de conocer la índole de las dificultades y el modo de superarlas, se llevó a cabo una serie de aproximaciones sucesivas; así, se llegó a un diseño que permite obtener resultados reproducibles y compatibles con la teoría, con suficiente aproximación.

La presente comunicación da cuenta de este desarrollo y detalla la construcción, calibración y operación para ratones de un calorímetro directo de funcionamiento en 0°C. Se incluye un análisis estadístico de los resultados experimentales y una descripción de las mejoras que deben introducirse más adelante.

# 29

## Equipo económico para la enseñanza práctica de la fisiología del nervio aislado

Carlos García Moreira, Jaime García Ruíz, Hortensia Rodríguez González y Rodolfo García Sámamo. Laboratorio de Biofísica, Facultad de Ciencias UNAM.

El diseño de equipo para la enseñanza plantea la necesidad de arribar a soluciones de alta confia-

Con esta técnica, es posible obtener PEA-TC generados selectivamente por segmentos específicos de la membrana basilar, los cuales pueden ser interpretados como respuestas a frecuencias individuales y usados para reconstruir una curva equivalente a la audiometría tonal.

# 27

## Medida externa de las variaciones de presión intratorácica asociadas a la actividad cardíaca

César González Beltrán, Javier A. Marín, Manuel Gil, Rosalía Ridauna Sanz y Carlos García Moreira. Dpto. de Informática, Hemodinámica y Electrocardiografía, Instituto Nacional de Cardiología, Laboratorio de Biofísica, Facultad de Ciencias, UNAM.

El estudio de la morfología y la fisiología del corazón involucra la detección de señales mecánicas, eléctricas y magnéticas producidas por la actividad del mismo. Entre las señales mecánicas se cuentan los registros externos de las pulsaciones de las arterias, el fonocardiograma, el apexcardiograma y los registros de las presiones en las cavidades cardíacas y en los grandes vasos obtenidos mediante cateterismo.

Aparentemente, hasta la fecha no se había considerado el análisis de las ondas mecánicas producidas por la actividad cardíaca en la columna de aire en el árbol respiratorio como un estudio cardiológico más. En este trabajo consideramos tal posibilidad.

El proyecto fue motivado por la necesidad de contar con un procedimiento no invasivo para medir la presión arterial en el circuito pulmonar. Estamos en las primeras etapas del proyecto, y al tiempo de escribir este resumen aún no sabemos qué clase de información podremos obtener del análisis mencionado.

bilidad y resistencia, lo cual determina que deban efectuarse reiterados ensayos y correcciones antes de obtener un producto satisfactorio.

El presente trabajo describe un sistema elemental para el estudio de la fisiología del nervio aislado que consta de un estimulador, una cámara portaelectrodos, una jaula de Faraday y un preamplificador.

El esfuerzo principal del diseño está orientado a dar robustez y simplicidad a todas las partes, así como a ayudar lo más posible a la obtención de resultados correctos en experimentos como la determinación de la curva de excitabilidad, de los períodos refractarios y de los efectos electrotónicos.

Se detallan las sucesivas etapas del desarrollo y las observaciones de campo efectuadas, fundamentalmente en cuanto a circunstancias de uso incorrecto y experiencias fallidas.

Se discuten las ventajas e inconvenientes de varias opciones constructivas y se describen las escogidas en este caso.

Se presentan las especificaciones alcanzadas y registros experimentales efectuados en condiciones de campo; se analiza además el conjunto de observaciones para formular perspectivas de mejoramiento y expansión del sistema.

## 30

### Bases teóricas de la determinación de ácidos grasos por cromatografía de gases

Angel Lerdo de Tejada, Gloria Becerril, Samuel Karchmer. Departamento de Investigación en Medicina Perinatal, Hospital de Ginecología Núm. 4, IMSS.

La cromatografía de gases (CG) es un método de separación y análisis basado en la diferente distribución de cada uno de los componentes de una mezcla entre una fase fija —que puede ser un sólido (cromatografía gas-sólido) o un líquido (cromatografía gas-líquido)— y una fase móvil que siempre es un gas. Este último sistema que es el más usado, emplea un solvente no volátil (fase estacionaria) que recubre un soporte inerte. Una pequeña cantidad del material a separar se inyecta en un flujo continuo de gas inerte (gas portador), el cual transporta la mezcla a través de la colum-

na, en donde se lleva a cabo la separación. De allí salen los componentes hacia un detector (los más comunes son de ionización de flama, captura de electrones y termoconductividad), el cual emite una señal que se amplifica y se registra. La separación en un CG depende de la fase estacionaria, de la mezcla de gases empleados en la fase móvil, del largo de la columna, de su diámetro, de los flujos de gas, de la temperatura en las diferentes partes del aparato (detector, puerta de inyección, horno), así como del programa de variaciones de temperatura de la columna a través del tiempo.

## 31

### Método para la determinación de ácidos grasos en suero por cromatografía de gases.

Angel Lerdo de Tejada, Gloria Becerril, Daniel Alonso, y Samuel Karchmer. Departamento de Investigación en Medicina Perinatal, Hospital de Ginecología No. 4, IMSS.

#### *Hidrólisis*

Se pone 1 ml de suero y 7 ml de KOH al 15% en metanol agitando vigorosamente 1 minuto. Se incuba 30 min 60°C y se enfría a temperatura ambiente.

#### *Extracción I*

Se pasa a un embudo de separación y se añade una mezcla de cloroformo/heptano/metanol (28/21/1 ml), agitando vigorosamente durante una hora con intervalos de 10 min. Se centrifuga la fase orgánica 10 min a 2 500 RPM y se evapora a 70°C bajo corriente de nitrógeno.

#### *Metilación*

Se disuelve en 4 ml de pentano, agregando 5 ml de trifluoruro de boro al 14% en metanol; se lleva a ebullición 2 min y se enfría a temperatura ambiente.

#### *Extracción II*

Se añaden 10 ml de pentano y se agita 1 min; se agregan 5 ml de agua destilada agitando suavemente. Se separa la fase pentanoica y se evapora a sequedad a 60°C bajo corriente de nitrógeno. Se redisuelve en 0.1 ml de pentano y se inyectan 10 µl.

#### *Condiciones del cromatógrafo.*

Columnas de succinato de dietilenglicol al 15% sobre cromosorb W 80/100, de 3 m de largo por

1/8". Flujos de gas: H<sub>2</sub> 50 ml/min; aire 600 ml/min y He 50 ml/min. Temperaturas: detector de flama 250°C; puerta de inyección 190°C; horno: a) 150°C durante 4 min; b) Δ 4°C hasta llegar a 190°C; c) mantener 10 min a 190°C; d) subir de 190°C a 210°C en 1 min, y e) mantener a 210°C durante 15 minutos.

# 32

## Aplicación de la cromatografía de gases al estudio de hipertrigliceridemia del embarazo

Angel Lerdo de Tejada, Petronilo Martínez, Carmen Alvarado, Juan Fuentes y Samuel Karchmer. Departamento de Investigación en Medicina Perinatal, Hospital de Ginec Obstetricia Núm. 4, IMSS.

Se conoce que las mujeres que desarrollan hipertrigliceridemia durante el embarazo están más predisuestas a presentar toxemia que las normolipémicas. El ácido araquidónico (20:4) es precursor biosintético de la prostaglandina F<sub>2</sub>α, y ésta a su vez es un potente vasoconstrictor. Pareció inte-

resante estudiar si en la hipertrigliceridemia del embarazo se presenta algún cambio en los ácidos grasos séricos que se relacionan con la biosíntesis de prostaglandinas.

Se estudiaron 33 embarazadas con edad gestacional promedio de 28.2 ± 8.4 semanas, dividiéndose en dos grupos: a) con triglicéridos normales para su edad gestacional, y b) con hipertrigliceridemia. El primero estuvo formado por 28 mujeres con edad gestacional promedio de 28.6 ± 7.8 semanas y triglicéridos de 205.9 ± 75.6 mg/dl; el segundo grupo constaba de 5 pacientes con embarazo de 26.0 ± 11.8 semanas y triglicéridos de 393.0 ± 139.7 mg/dl en promedio.

Se determinaron los ácidos grasos por cromatografía de gases según la técnica descrita previamente por este laboratorio. El ácido araquídico (20:0) tuvo un promedio de 20.2 ± 22.7 ng/μl en las mujeres normolipémicas y de 12.0 ± 7.2 ng/μl en las hiperlipidémicas (p > 0.4) y el ácido araquidónico (20:4) presentó valores de 118.0 ± 46.7 ng/μl en el grupo con lípidos normales y mostró una elevación a 197.9 ± 66.7 ng/μl en el de triglicéridos elevados. La diferencia entre estos dos promedios fue estadísticamente significativa con p < 0.005.

Estos resultados ponen de manifiesto cómo la tecnología instrumental refinada, aplicada primero a la investigación y llevada después a la clínica, es capaz de aclarar incógnitas que habían permanecido sin resolver durante muchos años.

# 35

Aspectos de ingeniería clínica en el diseño de una unidad de cirugía para un hospital de 350 camas

Armando Chávez. Ingeniería Industrial, Universidad Nacional Autónoma de México

La ingeniería clínica es definitivamente un área multidisciplinaria dentro de la ingeniería biomédica. En este sentido, el propósito de esta presentación es ilustrar las relaciones de trabajo, las consideraciones y las especificaciones que debe