****

|  |
| --- |
| TP 2: OXIMETRÍA DE PULSO |
| ELECTROMEDICINA |
|  |
| PROFESORES  **Madorno Matias**  **Garayalde Damian Alejandro**  ESTUDIANTE  **Juan Carlos Peña Sánchez** |
|  |

|  |
| --- |
| **12 DE MAYO DEL 2015** |

1. **Conceptos básicos**
2. **¿Qué es la oximetría?**

Técnica que mide la saturación de oxígeno en la sangre de una persona, se basa en impulsos fotopletismográficos (medición de cambios de volumen y presión mediante haz de luz) en dos longitudes de onda, generalmente en las regiones rojas e infrarrojas.

1. **¿Qué información se busca inferir a través del parámetro medido? ¿En qué casos dicha información es necesaria /crítica?**

Se busca determinar el estado de oxigenación en el cuerpo, ya que existe una diferencia de color entre la hemoglobina arterial saturada de oxígeno, que es de color rojo brillante, y la hemoglobina venosa sin oxígeno, que es más oscura.

Ayuda a diagnosticar problemas de los pulmones y del aparato respiratorio, además sirve para evaluar si los niveles de oxígeno (o saturación de oxígeno) en la sangre son adecuados en diversas circunstancias como en una cirugía, otros procedimientos que involucren sedación (por ejemplo, la broncoscopia), el ajuste de oxígeno complementario según sea necesario, la eficacia de los medicamentos para los pulmones y la tolerancia del paciente a niveles mayores de actividad.

1. **¿Qué alternativas existen o eran utilizadas con anterioridad?**

* Oximetría vibratoria: método para medir la saturación de oxígeno de la sangre venosa.
* Espectroscopia resuelta en el tiempo: medición de la saturación de oxígeno en cambios relativos de tejido (por ejemplo, músculo).
* Espectroscopia resuelta espacialmente.
* Espectroscopia de modulación de intensidad o espectroscopia CW NIR1.

1. **Principios operativos:**
2. **¿Cómo operan los oxímetros de pulso y sobre qué principios físicos se basan?**

En la sangre arterial la oxihemoglobina transporta el oxígeno desde los pulmones a los tejidos. Una molécula de hemoglobina puede transferir cuatro moléculas de O2 en caso óptimo. En una estimación teórica, la saturación de oxígeno de la sangre arterial puede ser expresada como el porcentaje de la hemoglobina oxigenada y la cantidad de hemoglobina completa, es decir:

Donde:

: Saturación de oxígeno en sangre arterial.

: Concentración de hemoglobina oxigenada.

Hb: Concentración de hemoglobina reducida.

Para la determinación de la saturación de hemoglobina arterial con oxígeno (SpO2), el oxímetro de pulso o pulsioxímetro usa la espectrofotometría basada en que la oxihemoglobina u hemoglobina oxigenada (HbO2) y la desoxihemoglobina o hemoglobina reducida (Hb) para identificar cuanto absorben y transmiten determinadas longitudes de onda del espectro luminoso para la luz roja (640-660nm) y la luz infrarroja (910-940nm). La HbO2 absorbe más la luz infrarroja y permite el paso de la luz roja; por el contrario, la Hb absorbe más la luz roja (R) y permite el paso de la luz infrarroja (IR).

El oxímetro funciona bajo el principio de la ley de Beer – Lambert, que se obtiene al relacionar los efectos del espesor o longitud del camino óptico (Ley de Lambert) y la concentración de la solución (Ley de Beer).

Donde:

a: coeficiente de extinción molecular que es función del tipo de solución (soluto) y de la longitud de onda aplicada.

c: concentración

d: espesor.

It: intensidad transmitida.

Ii: intensidad incidente.

A: Absorbancia.

T: transmitancia.

1. **¿Qué riesgos / consideraciones se deben tener al utilizar un oxímetro de pulso en relación a la generación de falsos negativos /positivos?**

**Movimiento:** esta es la más común, sobre todo en niños muy pequeños o recién nacidos. La premisa clave de la oximetría de pulso convencional era que el único componente pulsátil en movimiento era la sangre arterial. Esta premisa es errónea, especialmente cuando hay movimiento. Durante el movimiento o “ruido”, la longitud óptica se modifica y supera la señal real; por lo tanto, el movimiento constituye una limitación física para la oximetría de pulso. Esto se debe a que durante el movimiento, existe una especie de “chapoteo o movimiento de vaivén” de la sangre venosa a baja presión. En estas situaciones, el CA es variable debido principalmente al movimiento de la sangre venosa. Dado que la oximetría de pulso convencional mide los componentes pulsátiles arteriales y los no arteriales, el movimiento de la sangre venosa “confunde” al monitor, que ofrecerá niveles de saturación falsamente bajos. Los sensores con adhesivos son una potencial solución a este problema.

**Baja perfusión:** la perfusión del lecho vascular entre el diodo emisor de luz (DEL) y el sensor de la sonda del monitor determina la magnitud de la señal disponible para el oxímetro de pulso. Al disminuir la perfusión, también lo hace la magnitud de la señal, como la pulsación arterial es necesaria para la medición, los estados de baja perfusión como el choque, gasto cardiaco bajo y la hipotermia puede alterar las lecturas. Cuando la perfusión desciende hasta niveles demasiado bajos, la magnitud de la señal se aproxima al nivel de ruido básico del sistema en la electrónica del SpO2, lo que permite que el ruido supere a la señal fisiológica. Esta situación puede darse en los niños que recibieron un gran volumen de transfusiones y tienen elevada la presión venosa. La dopamina puede ocasionar lo mismo por vasoconstricción que se asocia a pulsación venosa inversa. Estas situaciones que producen alteraciones de la lectura de SpO2, serían salvadas actualmente por los oxímetros de última generación.

**Pigmentación de la piel y pintura de uñas:** la piel oscura potencialmente tendría errores con lecturas de SpO2 menores de 80% y el esmalte de uñas, absorbe la luz a 660 nm o 940 nm pueden interferir con la capacidad del oxímetro de pulso para interpretar la SaO2.

**Interferencia electromagnética:** la energía electromagnética externa como la proveniente de tomógrafos, electrocauterios, celulares u otros pueden ocasionar interferencia de la correcta lectura del oxímetro y además producir un sobrecalentamiento del sensor, lo cual lleva a lecturas bajas de SpO2 y falsas alarmas.

**Interferencia de la luz ambiental**: la luz intensa blanca (fototerapia, luces de quirófanos, etc.) o roja pueden interferir con la lectura de los oxímetros porque alteran la función de los fotodetectores. Esta dificultad puede evitarse cubriendo el sensor con un material no transparente.

**Variantes de Hemoglobinas**, existen 2 situaciones en las que se puede afectar la lectura de los oxímetros:

* *Carboxihemoglobina (COHb)*, la mayor presencia de esta molécula en la sangre sobreestima los valores de oxigenación arterial porque la COHb absorbe la luz roja en un grado similar al de la HbO2 (oxihemoglobina), por lo cual incrementaría 1% de la SO2 por cada 1% de COHb circulante. Esto tendría sobre todo implicancia en las intoxicaciones por CO (frecuentes en pediatría por el sahumerio aplicado a los niños en nuestro medio) donde los valores de saturación debe corroborarse por un co-oximetro (aparato para determinar COHb y Metahemoglobina) o determinación de gases en sangre arterial. Este problema también puede presentarse en pacientes fumadores.
* *Metahemoglobina*, su presencia es normalmente menor al 1% y no da problemas, pero en intoxicaciones por sulfonamidas, uso de anestésicos, óxido nítrico y hemoderivados artificiales puede elevarse causando alteración de la lectura porque la metahemoglobina absorbe la luz en forma similar a la HbO2, lo cual no puede ser discriminado por el microprocesador del oxímetro. Ante la sospecha de esta alteración también debe usarse un co-oximetro.

1. **¿Qué metodologías de calibración existen? ¿Existen estrategias para evitarla?**

La obtención de una lectura correcta con el oxímetro de pulso depende de una técnica apropiada, la selección del tipo y tamaño del sensor, así como su colocación adecuada.

Se requiere una calibración empírica para la determinación de la relación entre R (relación de relaciones entre la amplitud de la señal y su línea de base) y SaO2, que debe ser determinado experimentalmente para cada tipo específico de sensor de pulso-oxímetro: R y SaO2 en sangre arterial extraídos, se mide simultáneamente en varios personas sanas, cada uno con varios valores de SaO2. La relación entre R y SaO2 se obtiene por análisis de mejor ajuste de los valores de SaO2 y R, medido en el proceso de calibración.

Se han propuesto varias técnicas para obviar la necesidad de calibración. Reddy et al sugirió un método basado en un modelo matemático para la atenuación de la luz que pasa a través de los tejidos blandos, los huesos y la sangre de un dedo. Basado en el modelo, SpO2 se deriva de las amplitudes y pendientes de los impulsos de PPG en rojo y el infrarrojo y la extinción coeficientes para HbO2 y Hb.

1. **Desarrollo**
2. **Estimar el costo de un equipo DIY (solo materiales).**
3. **Estimar el costo de un equipo comercial.**
4. **Enumerar las mejoras usualmente introducidas en equipos comerciales y las estrategias que utilizan los fabricantes para diferenciar su producto. Estimar nuevamente el costo de un equipo si tuviesen que introducir dichas mejoras.**
5. **Suponiendo que se cuenta con un mínimo de 2 oximetros de pulso comerciales (diferente fabricante), diseñar una metodología de calibración para un oxímetro de pulso tomando en cuenta las estrategias de calibración analizadas previamente.**
6. Medición:
7. **Utilizar uno de los oximetros provistos por la cátedra para realizar mediciones. Repetir la medición mediante un segundo equipo y comparar los resultados.**
8. **Registro / ensayo: monitorear la saturación de oxígeno durante 2 min en cada integrante del grupo. Comparar los valores obtenidos en cada caso identificando los registros erróneos.**
9. **Expansión: dados los datos adquiridos, ¿qué otro/s parámetros pueden inferirse de dicha imagen?**
10. **Conclusiones.**

Diseñar e implementar un oxímetro de pulso básico. Realizar mediciones simultáneas y comparar su desempeño frente a los equipos previamente analizados. Conclusiones.