

TÍTULO: CÓDIGO CERO

Centro: Colegio San José de la Montaña (Cheste)

Curso y Ciclo: 4º E,S.O

Tutor/a: José Plaza Catalán

Categoría de concurso: FÍSICA

Alumnado: Manuela Mira Ibáñez, Sarah Guaita Albarca, Lázaro Esteban Asensi

1. Resumen breve del proyecto y objetivos

Un código cero es un aviso de máxima prioridad y urgencia para un paciente que necesita ser trasplantado de alguno de sus órganos. Los órganos humanos requieren de un líquido de perfusión y conservación antes de ser trasplantados, así como unas condiciones de conservación en frío. Hemos producido una disolución de perfusión y conservación de órganos humanos basándonos en la composición de disoluciones que se utilizan, determinando las principales características fisicoquímicas que ha de poseer: osmolaridad, viscosidad y pH.

La conservación del órgano requiere una temperatura de 4°C. Teniendo en cuenta este requisito y como el líquido y el órgano intervendrán en un posterior equilibrio térmico en su conservación y transporte en frío, hemos determinado el calor específico del líquido de perfusión y de un riñón de cerdo.

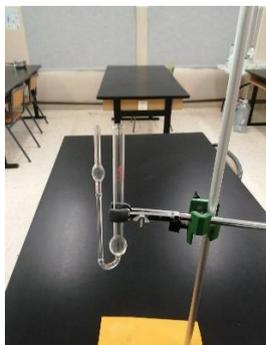
2. Material y montaje



E2 Osmolaridad



E3 Densidad



E3 Viscosidad



E4 Medida del pH



E5 Calorimetría

E1: Preparación de la disolución de perfusión: Glucosa, Cloruro de Sodio, Cloruro de Potasio, Bicarbonato de Sodio, Vitamina E, albúmina de huevo deshidratada, balanza, probeta graduada de 250 ml. Preparamos una disolución sin albúmina, la disolución SJM (siglas del colegio), y otra con la misma composición pero añadiendo 10 g de albúmina y vitamina E (disolución 2). Pesamos las cantidades adecuadas. Disolvemos, y con una probeta añadimos el volumen de agua necesario para formar 1l de disolución en una botella de cristal que está enrasada a un volumen de 1l.

E2: Medida de la osmolaridad: Utilizamos un osmómetro Dutrochet. Introducimos la disolución en la cubeta del osmómetro y agua destilada en el exterior del osmómetro (en el vaso de precipitados). Medimos la altura alcanzada por la disolución SJM en la columna del osmómetro.

E3: Medida de la densidad y viscosidad de la disolución SJM y la disolución 2. Con un picnómetro y una balanza medimos las densidades del agua pura, de la disolución SJM y de la disolución 2. Posteriormente con un viscosímetro Ostwald medimos los tiempos de vaciado del agua, de la disolución SJM y de la disolución 2. Calculamos sus viscosidades.

E4: Medida del pH: Con un pHmetro medimos el pH del líquido SJM.

E5: Determinación del Calor específico de la disolución SJM: Calorímetro con una capacidad de 400 ml, termómetro, balanza y probeta, agua a distintas temperaturas y disolución SJM.

E6: Determinación del Calor específico del riñón de cerdo: Calorímetro con una capacidad de 3000 ml, termómetro, agua, balanza y probeta.

Fundamentación: Principios físicos involucrados y su relación con aplicaciones tecnológicas

La ósmosis es el paso de agua de la disolución de menor concentración a la de mayor concentración, a través de una membrana semipermeable, para intentar que ambas concentraciones se igualen. La ósmosis depende del número de partículas disueltas, si aumentamos la concentración de partículas osmóticamente activas, aumentará la presión osmótica. En Medicina se emplea la osmolaridad (concentración molar de electrolitos con efectos osmóticos) para indicar la concentración de una disolución (mosmol/l). La presión osmótica regula la entrada y salida de agua de la célula a través de la membrana plasmática. Por lo tanto, la disolución deberá tener una concentración adecuada de solutos para que el valor de la presión osmótica sea similar a la presente en los líquidos que rodean a las células de los tejidos celulares de seres humanos vivos.

La densidad se define como la relación entre la masa y el volumen de un cuerpo o sustancia. $d = m/V$ sus unidades en el SI son los kg/m^3 pero habitualmente se emplean los g/cm^3 .

La viscosidad dinámica de un fluido es la resistencia que ofrecen las distintas láminas de un fluido para deslizarse entre sí. Las unidades en el SI los Pa·s, aunque en el sistema cegesimal se emplea el Poise (1 P = 0,1 Pa·s) La viscosidad cinemática es el cociente de la viscosidad dinámica entre la densidad del fluido. La viscosidad interviene en la presión oncótica, que regula el paso de fluidos a los capilares sanguíneos. Si el fluido es viscoso el líquido no pasa al espacio intersticial, evitando el edema.

El pH se define como $pH = -\log(H^+)$, indica cual es la concentración de protones en una disolución, sus valores varían entre 0 y 14, siendo pH neutro 7. Por debajo de 7 ácidos y por encima básicos. Es muy importante que el pH de la disolución fabricada se parezca al pH plasmático 7,36, ligeras variaciones del pH van a producir la muerte celular. Con la presencia de $NaHCO_3$ en la disolución se forma un sistema tampón capaz de regular el pH.

El Calor es el paso de Energía térmica de un sistema a otro. Generalmente esto se produce cuando los sistemas se encuentran a distinta Temperatura, y se transfiere energía hasta que se alcanza una Temperatura de equilibrio. Si a una sustancia sólida o líquida le suministramos Energía en forma de Calor, ésta sufrirá una variación de temperatura, mayor cuanto mayor sea la cantidad de calor suministrado (siempre que no cambie de estado). Dependiendo también de la masa, cuanto mayor sea la cantidad de masa, mayor cantidad de calor hemos de suministrar para alcanzar la misma variación de temperatura. Y por último depende del tipo de sustancia, tendremos en cuenta su calor específico: "Es la Energía que hemos de suministrar a 1 Kg de una sustancia para que aumente 1 K su Temperatura ($J/(Kg K)$). Hay sustancias que suministrándoles poca

Energía varían mucho su temperatura. Otras, en cambio, necesitan mucha Energía para variar su temperatura, es el caso del agua: $C_e = 4180 \text{ J/(kg K)}$ $Q = m C_e (T_f - T_i)$. En un equilibrio térmico se cumple que $Q_1 + Q_2 + Q_3 + \dots = 0$. La suma de los calores de los sistemas materiales que absorben y ceden calor ha de ser igual a cero.

3. Funcionamiento y Resultados: observaciones y medidas.

E1 y E2 PREPARACIÓN Y OSMOLARIDAD DE LA DISOLUCIÓN SJM PARA PERFUNDIR Y CONSERVAR ÓRGANOS

La disolución SJM tiene la siguiente composición: 6,5 g de Cloruro de sodio (equivalente a 222 mOsmol/l) este cálculo se realiza calculando el número de moles del Cloruro de Sodio, $V=1\text{l}$, ($n=m/M_r$ $n=6,5/58,45$ $n=111 \text{ mol}$) y como el NaCl se disocia en Na^+ y Cl^- , la osmolaridad es de 222 mOsmol/l. De manera análoga y teniendo en cuenta si se disocia o no en disolución acuosa, tenemos además: 6 g de glucosa (equivalente a 33 mOsmol/l), 1,3 g de bicarbonato de sodio (equivalente a 30 mOsmol/l), 0,7 g Cloruro de Potasio (equivalente a 18 mOsmol/l).

La Osmolaridad del Líquido SJM es 303 mOsmol/l. Muy similar a la del plasma sanguíneo y ligeramente hipertónica. La disolución SJM es osmóticamente activa. El agua pura atraviesa la membrana semipermeable del osmómetro hacia la disolución SJM del interior del osmómetro, haciendo subir la disolución. La altura alcanzada por la disolución SJM ha sido de 2,6 cm en la columna del osmómetro. Se produce un equilibrio entre la presión osmótica y la presión hidrostática de la columna del fluido.

No calculamos la osmolaridad de la disolución 2, ya que el único objetivo de su preparación es comprobar un aumento de la viscosidad al añadirle albúmina.

E3 MEDIDA DE LA VISCOSIDAD DE LA DISOLUCIÓN SJM y LA DISOLUCIÓN 2

Existen disoluciones para perfundir órganos a las cuales se les añade albúmina u otros compuestos para aumentar la viscosidad y controlar la presión oncocítica, evitando así el aumento del líquido intersticial y el edema. Preparamos una disolución 2 con la intención de aumentar su viscosidad. La composición de la disolución 2 es la misma que el líquido SJM pero con 10 g/l de albúmina de huevo deshidratada y vitamina E.

Determinamos la densidad de ambas disoluciones midiendo el volumen con un picnómetro de 25 ml y la masa con una balanza. Las densidades obtenidas han sido: Agua pura $0,979 \text{ g/cm}^3$ $d_1 = 0,988 \text{ g/cm}^3$ $d_2 = 0,991 \text{ g/cm}^3$

A continuación, determinamos los tiempos medios de vaciado del viscosímetro Ostwald y teniendo en cuenta la relación: $\text{viscosidad}1/(d_1 \cdot t_1) = \text{viscosidad}2/(d_2 \cdot t_2)$, t_1 y t_2 son los tiempos de vaciado del dispositivo de los dos fluidos y d_1 y d_2 las densidades de los fluidos. Esta expresión nos permite el cálculo de la viscosidad de un líquido conociendo la viscosidad de otro, ya que la viscosidad es directamente proporcional al producto de la densidad por el tiempo de vaciado. El líquido 1 será el agua $d = 0,979 \text{ g/cm}^3$ y su viscosidad es $0,001 \text{ Pa}\cdot\text{s}$

COMPUESTO	Densidad (kg/m^3)	t vaciado (s)	Viscosidad ($\text{mPa}\cdot\text{s}$)
Agua	979	69	1
Disolución SJM	988	72	1,04
Disolución 2	991	79	1,16

La viscosidad de la disolución 2 es mayor que la disolución SJM. La albúmina forma coloides y los coloides son más viscosos por contener partículas de gran tamaño. El plasma sanguíneo es 1,5 veces la del agua, podríamos aumentar la viscosidad de la disolución 2 añadiendo más albúmina.

E4 MEDIDA DEL pH DE LA DISOLUCIÓN SJM

La medida del pH con el pHmetro ha sido de 7,2. Este pH es correcto para la conservación del órgano y es similar al del plasma sanguíneo 7,3. La regulación del pH se debe a la presencia de aniones bicarbonato y su efecto tampón.

E5 DETERMINACIÓN DEL CALOR ESPECÍFICO DE LA DISOLUCIÓN SJM

Determinación de la constante del calorímetro 1: Ponemos 150 g de agua del grifo en el calorímetro y esperamos 10 min, medimos la temperatura $T_1 = 21,2 \text{ }^\circ\text{C}$. Añadimos ahora 145 g de agua a $12 \text{ }^\circ\text{C}$, $T_2 = 12 \text{ }^\circ\text{C}$, esperamos 15 min y medimos la temperatura de equilibrio $T_{eq} = 17,2 \text{ }^\circ\text{C}$. El Calor específico del agua es 4180 J/kg K y aplicando la condición de equilibrio térmico $m_1 C_e (T_{eq} - T_1) + m_2 C_e (T_{eq} - T_2) + K(T_{eq} - T_1) = 0$. Obtenemos una $K = 160,9 \text{ J/K}$. (Constante del calorímetro).

Determinación del calor específico de la disolución SJM: Tenemos 150 g de agua a $21,2 \text{ }^\circ\text{C}$ dentro del calorímetro (ya ha alcanzado el equilibrio térmico con el calorímetro) $T_1 = 21,2 \text{ }^\circ\text{C}$. Después añadimos 150 g de la disolución SJM a $7,4 \text{ }^\circ\text{C}$, $T_2 = 7,4 \text{ }^\circ\text{C}$ y medimos la temperatura de equilibrio: $T_{eq} = 15,2 \text{ }^\circ\text{C}$. Aplicamos ahora nuevamente la condición de equilibrio siendo la incógnita el calor específico de la disolución SJM. Obtenemos $C_e = 4040,5 \text{ J/kg K}$, muy similar al agua pero menor.

E6 DETERMINACIÓN DEL CALOR ESPECÍFICO DE UN RIÑÓN DE CERDO

Determinación de la constante del calorímetro 2: De forma similar al apartado E5 pero con otras cantidades de agua (1500 g a $17,3 \text{ }^\circ\text{C}$ y 1500 g a $9,1 \text{ }^\circ\text{C}$) obtenemos una constante para el calorímetro de $313,5 \text{ J/K}$.

Ponemos 1500 g de agua (m_1) a $11,6 \text{ }^\circ\text{C}$, dejamos 10 min y medimos Temperatura $T_1 = 11,6 \text{ }^\circ\text{C}$. Ponemos el riñón ($m_2 = 0,136 \text{ kg}$) en equilibrio con la temperatura ambiente de $17,4 \text{ }^\circ\text{C}$, $T_2 = 17,4 \text{ }^\circ\text{C}$. Mezclamos y después de 15 min medimos la $T_{eq} = 12,0 \text{ }^\circ\text{C}$. Aplicamos la condición de equilibrio térmico y obtenemos un Calor específico de 3607 J/kg K . Es menor al del agua pura pero similar, ya que los tejidos que componen el riñón están constituidos por células cuyo principal componente es el agua.

4. Conclusiones

Hemos producido una disolución para conservar y perfundir órganos humanos durante el proceso de trasplante. Esta disolución presenta las siguientes propiedades físico-químicas: Osmolaridad (303 mOsmol/l), pH (7.3), densidad (988 kg/m^3) y viscosidad ($1.04 \text{ mPa}\cdot\text{s}$). Estos valores son muy similares a las disoluciones empleadas en la realidad.

Hemos obtenido un valor de 4040.5 J/kg K para el Calor específico de la disolución y un Calor específico de 3607 J/kg K para el riñón de cerdo. Estos valores podrían ser utilizados en el cálculo del equilibrio térmico para conservar el órgano a una temperatura de 4°C .

5. Bibliografía

Composición líquidos para perfusión y conservación de órganos humanos:

https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0210-56912009000600005

Osmolaridad: <https://es.wikipedia.org/wiki/Osmolaridad>

Viscosidad: <https://www.youtube.com/watch?v=0v80ONiFHj0>

Calor específico, Equilibrio térmico: Libro digital, FQ4º Revuela ED SM

Calor específico órganos humanos: <https://itis.swiss/virtual-population/tissue-properties/database/heat-capacity/>