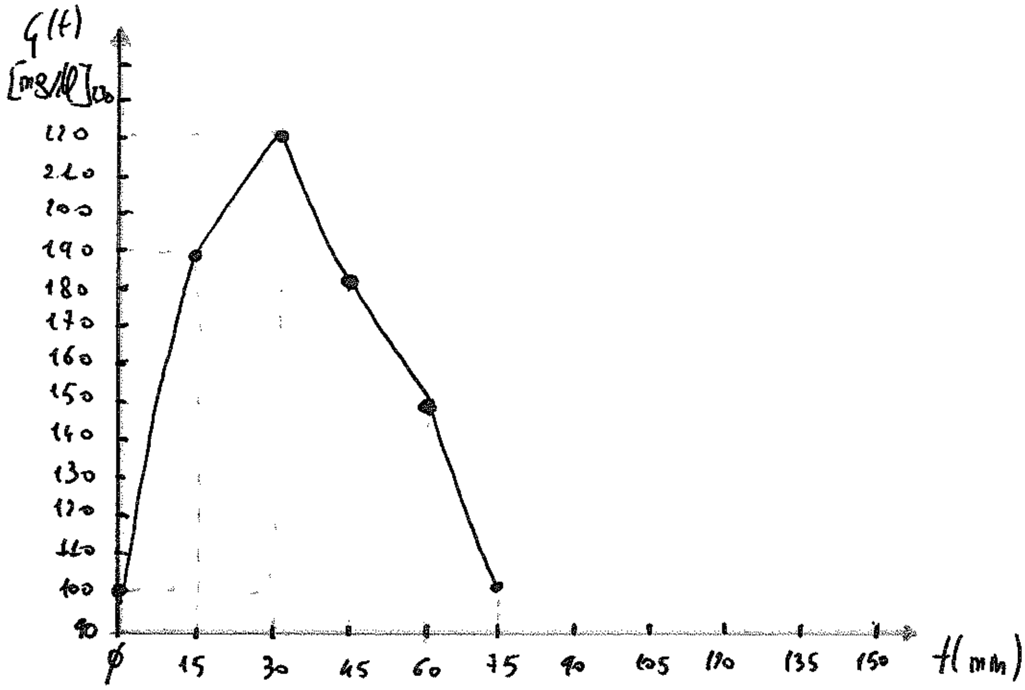
Compito di Bioingegneria chimica del 15/1/14 ①

Esercizio 1



In base al grafico si può già notare che l'algoritmo di Albisser non è applicabile perchè le sue variazioni dovrebbero oscillare intorno al 3%, cioè ogni $\Delta G \simeq 3\%$ cosa che non accade, quindi Albisser non si può applicare.

Consideriamo ora Clemens, ~~[illegible]~~ visto che la curva mostra un regime dinamico, consideriamo solo la risposta dinamica, cioè

$$I(t) = K \frac{dG}{dt}$$ → tale risposta la posso discretizzare e diviene

$$I(t) = K \frac{[G(t^*) - G(t^*_{-1})]}{[t^* - (t^*_{-1})]}$$

dal grafico il Δt conveniente è pari a 15 minuti

Io so che a $t = 15$ c'è il primo picco glicemico e quindi l'infusione di insulina che è $4 \frac{mg}{dl}$ quindi

$$I(15) = K \frac{[G(15) - G(0)]}{15} \Rightarrow \quad 4 = K \frac{190 - 100}{15} \Rightarrow$$

$$4 = \frac{90}{15} K \qquad K = \frac{4}{6} < 1$$ essendo il K l'amplificazione del mio circuito di Clemens so che esso deve essere ≥ 1 perciò Clemens non è applicabile

Consideriamo fisher

- $I(t) = a_0 + a_1 \left[G(t) - G_I\right] + a_2 \frac{dG}{dt}$

G_I è il valore basale $= 100 \frac{mg}{dl}$,

$\frac{dG}{dt}$ discretizzato è $\frac{\Delta G}{\Delta t}$ con $\Delta t = 15$ minuti

Per risolvere il sistema cerco 3 punti contenenti il picco massimo che è a $t = 30$ con $G(30) = 220 \frac{mg}{dl}$.

perciò i tre punti saranno $t = 0, 15, 30$ minuti.

Poichè prima di $t = 0$ sono in condizioni basali vuol dire che $I(t)$ per $t < 0$ è uguale al valore basale di insulina 2 mg/dl
dopo il picco questa diminuisce di $\frac{1}{4}$ ogni quarto d'ora.

$I(0) = 2 \left[\frac{mg}{dl}\right]$

$I(1) = 2 + 4 = 6 \left[\frac{mg}{dl}\right]$ perchè ho l'influenza di insulina

$I(2) = 6 - \frac{6}{4} = \frac{18}{4} = \frac{9}{2} \left[\frac{mg}{dl}\right]$

Mi determino il sistema.

$$
\begin{cases}
I(0) = 2 = a_0 + a_1 \left[G(0) - G_I\right] + a_2 \frac{G(0) - G(-1)}{15} \\
I(1) = 6 = a_0 + a_1 \left[G(1) - G_I\right] + a_2 \frac{G(1) - G(0)}{15} \\
I(2) = \frac{9}{2} = a_0 + a_1 \left[G(2) - G_I\right] + a_2 \frac{G(2) - G(0)}{15}
\end{cases}
$$

$$
\begin{cases}
2 = a_0 + a_1 \left[100 - 100\right] + a_2 \frac{100 - 100}{15} \\
6 = a_0 + a_1 \left[190 - 100\right] + a_2 \frac{190 - 100}{15} \\
\frac{9}{2} = a_0 + a_1 \left[220 - 100\right] + a_2 \frac{220 - 190}{15}
\end{cases}
$$

$$\begin{cases} 2 = a_0 \\ 6 = a_0 + 90 a_1 + 6 a_2 \\ \frac{9}{2} = a_0 + 170 a_1 + 2 a_2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a_0 = 2 \\ 6 = 2 + 90 a_1 + 6 a_2 \\ \frac{9}{2} = 2 + 170 a_1 + 2 a_2 . \end{cases}$$

$$\begin{cases} a_0 = 2 \\ 4 = 90 a_1 + 6 a_2 \\ \frac{5}{2} = 170 a_1 + 2 a_2 . \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a_0 = 2 \\ a_2 = \frac{4}{6} - \frac{90}{6} a_1 = \frac{2}{3} - 15 a_1 \\ \frac{5}{2} = 170 a_1 + \frac{4}{3} - 30 a_1 . \end{cases}$$

$$\begin{cases} a_0 = 2 \\ a_2 = \frac{2}{3} - 15 a_1 \\ \frac{5}{2} - \frac{4}{3} = 90 a_1 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a_0 = 2 \\ a_2 = \frac{2}{3} - 15 a_1 \\ \frac{7}{6} = 90 a_1 \end{cases} \Rightarrow$$

$$\begin{cases} a_0 = 2 \\ a_1 = \frac{7}{540} \\ a_2 = \frac{2}{3} - \frac{15 \cdot 7}{540} = \frac{360 - 105}{540} = \frac{255}{540} = \frac{17}{36} \end{cases}$$

sono tutti positivi si può applicare Fisher.

Esercizio 2.

$C_0 (t_0) = 400\ mg$

$C_{finale} = 1\%\ C_0 = 0.01\ C_0$.

$K = 0.01 \frac{cm}{min}$ $\qquad A_{rene} = 1\ m^2 = 10^4\ cm^2$

Applico l'equazione Whole body temporale

$$C_f(t) = C_0\, e^{Q_B \frac{(\beta - 1)}{V} \cdot t}$$

$$Q_B = 125 \frac{ml}{min} = 125 \frac{cm^3}{min} \quad V = 5\ l$$

$$\beta = \exp\left(-\frac{KA}{Q_B}\right) = \exp\left(-\frac{0.01 \cdot 10^4}{125}\right) = \exp\left(-\frac{100}{125}\right)$$

$$\beta = \exp(-0.8) = 0.45$$

$$\beta - 1 = -0.55$$

$$\frac{C_f}{C_0} = e^{-0.55 \frac{Q_B t}{V}} \Rightarrow \ln \frac{C_f}{C_0} = -0.55 \frac{Q_B t}{V}$$

$$\ln 0.1 = -0.55 \frac{Q_B t}{V} \Rightarrow -2.3 = -0.55 \frac{Q_B t}{V}$$

$$t = \frac{2.3 \cdot V}{0.55\ Q_B} = \frac{2.3\ \ 5000}{0.55 \cdot 125} \simeq 167\ min$$

ogni 3 ore circa è la tempistica ottimale.

Esercizio 3

La prima parte dell'esercizio prevedeva di descrivere il modello dei 7 strati, cioè il passaggio dell'ossigeno dall'alveolo al gruppo eme.
(Vedere Cooney pag. 364-369)

L'equazione finale del modello dei sette strati è la seguente

$$W = \text{trasferimento di ossigeno anche detto consumo di ossigeno} = -\Big[\underbrace{\frac{\delta_M}{D_M K_D A_M}}_{(a)} + \underbrace{\frac{\delta_B}{D_B K_B A_B}}_{(b)} + \underbrace{\frac{\delta_{CM}}{D_{CM} K_{D_{CM}} A_{CM}}}_{(c)} + \underbrace{\frac{\delta_{CI}}{D_{CI} \alpha_{CI} A_{CI}}}_{(d)} + \underbrace{\frac{1}{K[Hb]}}_{(e)}\Big]^{-1} \Delta p_{TOT}$$

(a) trasporto attraverso membrana polmonare ed endoteliale

(b) trasporto attraverso il plasma sanguigno

(c) trasporto attraverso la membrana del globulo rosso

(d) trasporto all'interno del globulo rosso

(e) reazione col gruppo eme.

Il monossido di carbonio è un gas che si lega covalentemente ed in modo irreversibile al gruppo eme.
Quindi il termine che risente maggiormente della sua presenza nel modello dei 7 strati è il termine (e) dove via via che il CO entra diminuisce la concentrazione di [Hb] libera e quindi aumenta il tempo di trasferimento di ossigeno al globulo fino a renderlo infinito perché tutti gruppi eme sono stati legati da CO e quindi la persona muore. Quindi il termine (e) si modifica così

$$W = \frac{\Delta P_{tot}}{K\big[[Hb]-[CO]\big]}$$

Esercizio 4 valido per a.a. 2012-2013

Potenza della batteria $= P_b = V \cdot I = 10^{-3} \cdot A \cdot 5\,V = 5 \cdot 10^{-3}\,W =$
$= 5\,mW$

Potenza cuore $= P_C = V_{cuore} \cdot \Delta P \cdot \Delta f$

$V_{cuore} = 125\,ml = 125 \cdot 10^{-6}\,m^3$

$\Delta P = 100\,mmHg = 100 \cdot 133.3\,Pa = 13330\,Pa.$

Δf termine incognito

$P_C = 1.67\,\Delta f\;W$

Onde nel caso di un singolo ciclo cardiaco $P_b << P_C$

quindi questa batteria non potrà mai essere usata

Esercizio 5

Vedere esercitazione presente sul sito internet