

Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC)

División de Química Clínica
Comisión de Magnitudes y Unidades en Química Clínica

Federación Internacional de Química Clínica (IFCC)

División Científica
Comité de Magnitudes y Unidades

Magnitudes y unidades de procesos metabólicos que son función del tiempo (Recomendaciones 1992)

Preparado por G. Féraud^a
Traducido por T. Carrera^b

1. Introducción

Los procedimientos relacionados con el tiempo son utilizados en diversas investigaciones de química clínica, por ejemplo en las pruebas de estimulación o supresión endocrina, en las pruebas de sobrecarga nutricionales o de fármacos, en la monitorización de procesos fisiológicos y patológicos y de la excreción o secreción de constituyentes y en la medida de la actividad catalítica de una enzima en un sistema. Las bases de la interpretación de los resultados de estas pruebas se encuentran en los estudios bioquímicos, fisiológicos, farmacológicos y patológicos.

Debido a las diferencias entre las pruebas y sus aplicaciones, los resultados en química clínica se han presentado hasta ahora de diversas formas.

El objetivo del presente documento es:

- 1.1. Analizar los elementos de las especificaciones para los procedimientos que son función del tiempo en el laboratorio clínico.
- 1.2. Recomendar un formato para unificar, simplificar, clarificar y, por consiguiente, mejorar la información e interpretación de las magnitudes medidas en el laboratorio clínico que son función del tiempo.

2. Conceptos básicos, términos y definiciones

2.1. Los *conceptos* que definen una magnitud comprenden un sistema, un constituyente, un tipo de magnitud, un valor numérico y una unidad (*I*):

Una *magnitud*, Q , es una propiedad real, física o química, mensurable, de un sistema específico. Ejemplo: concentración de sustancia de triglicérido en el plasma de un determinado paciente en un tiempo establecido.

Un *sistema* es un término que puede aplicarse a cualquier parte establecida del universo, seleccionada arbitrariamente

con independencia de la forma o tamaño. Ejemplo: un paciente concreto, un tubo de plasma.

Un *constituyente* es una parte determinada del sistema.

Un *tipo de magnitud* es el concepto abstracto de la propiedad común a un número de fenómenos reales (magnitudes). Ejemplo: concentración de sustancia.

Un *valor numérico* es el número que representa la cuantía de la magnitud medida multiplicada por la unidad.

Una *unidad* es una magnitud de referencia elegida que puede utilizarse para la comparación entre magnitudes del mismo tipo. Ejemplo: mol (símbolo: mol).

Se acostumbra a considerar que la magnitud, Q , se expresa por el producto de un valor numérico, $\{Q\}$, y una unidad adecuada, $[Q]$, lo que también se denomina el valor de la magnitud.

$$Q = \{Q\} \cdot [Q]$$

Por ejemplo, cuando se habla de diferencial de una magnitud, dQ , realmente lo que significa es el diferencial de su valor.

2.2. *Cambio* de una magnitud es el incremento del valor de Q con el tiempo. El cambio puede ser expresado como el infinitésimo en el tiempo t por el diferencial dQ o $dQ(t)$, o en la práctica puede expresarse por un incremento finito en el intervalo de tiempo $(t_1; t_2)$ que es $Q(t_2) - Q(t_1)$ y que puede escribirse ΔQ o $\Delta Q(t_1; t_2)$.

$$\Delta Q = Q(t_1; t_2) = Q(t_2) - Q(t_1)$$

Ejemplos: Cambio de masa, Δm ; cambio de cantidad de sustancia (forma abreviada: cambio de sustancia), Δn ; cambio de volumen, ΔV ; cambio de concentración de sustancia, Δc .

Nota: El cambio neto de una magnitud en un sistema es la suma algebraica de los cambios de la magnitud afectada por diferentes procesos.

^aLaboratoire de Biochimie Appliquée, Université Louis Pasteur, Strasbourg, Francia.

^bServei d'Anàlisis Clíniques, CAP Bon Pastor, Barcelona.

$$dQ_{\text{neto}} = \sum_{i=1}^n dQ_i$$

o en la práctica puede expresarse por un intervalo de tiempo finito ($t_1; t_2$)

$$\Delta Q(t_1; t_2) \text{ neto} = \sum_{i=1}^n \Delta Q_i(t_1; t_2)$$

2.3. *Cambio fraccional* de una magnitud puede ser expresado como el infinitésimo en el tiempo t por el diferencial $dQ(t)/Q(t)$. Para un intervalo de tiempo finito el cociente es

$$\Delta Q(t_1; t_2)/Q(t_1) = [Q(t_2) - Q(t_1)]/Q(t_1)$$

Nota 1: Las magnitudes $Q(t_1)$ y $Q(t_2)$ son del mismo tipo y tienen el mismo constituyente.

Nota 2: El cambio fraccional tiene dimensión uno.

Ejemplos: Cambio fraccional de masa, $dm(t)/m(t)$; cambio fraccional de cantidad de sustancia, $dn(t)/n(t)$ (forma abreviada: cambio fraccional de sustancia); cambio fraccional de concentración de cantidad de sustancia, $dc(t)/c(t)$ (forma abreviada: cambio fraccional de concentración de sustancia).

2.4. *Cociente del cambio* de una magnitud puede ser expresado como el infinitésimo en el tiempo t por el cociente de los diferenciales $dQ_1(t)/dQ_2(t)$ donde el tipo de magnitudes es el mismo pero para diferentes constituyentes en el mismo sistema. En la práctica, el cociente para un intervalo de tiempo finito, es

$$\Delta Q_1(t_1; t_2)/\Delta Q_2(t_1; t_2)$$

Nota: El cociente del cambio tienen dimensión uno.

Ejemplos: Cociente del cambio de masa, $dm_1(t)/dm_2(t)$; cociente del cambio de cantidad de sustancia, $dn_1(t)/dn_2(t)$ (forma abreviada: cociente del cambio de sustancia); cociente del cambio de concentración de cantidad de sustancia, $dc_1(t)/dc_2(t)$ (forma abreviada: cociente del cambio de concentración de sustancia).

2.5. *La velocidad de cambio* de una magnitud se define por la derivada respecto al tiempo dQ/dt del valor de la magnitud. El cociente diferencial puede denominarse también derivada (o instantánea) de la velocidad de cambio.

Ejemplos: Velocidad de cambio de masa, dm/dt (forma abreviada: velocidad de masa); velocidad de cambio de cantidad de sustancia, dn/dt (forma abreviada: velocidad de sustancia); velocidad de cambio de concentración de cantidad de sustancia, dc/dt (forma abreviada: velocidad de concentración de sustancia).

Con frecuencia el cambio en la magnitud se mide como la diferencia entre los valores correspondientes a los dos extremos de un intervalo de tiempo dado. Entonces, la velocidad media de cambio se define como

$$[Q(t_2) - Q(t_1)]/(t_2 - t_1) = \Delta Q/\Delta t$$

Nota 1: El calificativo «media» puede ser omitido siempre que el intervalo de tiempo se indique en el nombre de la magnitud.

Nota 2: Si el valor de una magnitud varía linealmente con el tiempo, entonces la velocidad de cambio permanece constante y por tanto la velocidad media de cambio es igual a la derivada de la velocidad de cambio

$$\Delta Q/\Delta t = dQ/dt$$

Nota 3: Para cambios mono-exponenciales, el logaritmo del valor de la magnitud varía linealmente con el tiempo y por tanto el logaritmo de la velocidad de cambio es igual a la derivada del logaritmo de la velocidad de cambio:

$$d \ln Q / dt = \ln Q / dt$$

2.6. *El cociente de velocidad de cambio* es el cociente de dos velocidades donde las magnitudes son del mismo tipo en el mismo sistema para diferentes constituyentes.

$$(dQ_1/dt)/(dQ_2/dt)$$

Para intervalos de tiempo finitos, el cociente de la velocidad media de cambio es

$$(\Delta Q_1/\Delta t)/(\Delta Q_2/\Delta t) = (\Delta Q_1/\Delta Q_2)\Delta t$$

Nota 1: El cociente de la velocidad de cambio tiene dimensión uno.

Nota 2: Frecuentemente, al denominador se le llama magnitud de referencia.

Ejemplos: Cociente de velocidad de masa, $(dm_1/dt)/(dm_2/dt)$; cociente de velocidad de cantidad de sustancia, $(dn_1/dt)/(dn_2/dt)$ (forma abreviada: cociente de velocidad de sustancia); cociente de velocidad de concentración de cantidad de sustancia, $(dc_1/dt)/(dc_2/dt)$ (forma abreviada: cociente de velocidad de concentración de sustancia).

3. Procesos y magnitudes relacionadas

Un *proceso* es un fenómeno por el cual se producen cambios en un sistema. En los sistemas fisiológicos, un proceso puede ser químico, físico o ambos.

3.1. Procesos químicos

3.1.1. Transformación

Un constituyente puede ser transformado (generado o consumido) por una reacción química en un sistema.

3.1.2. *Extensión de la reacción*, ξ , es el cambio de la cantidad de sustancia de un constituyente B formado dividido por el coeficiente estequiométrico ν_B

$$\xi = \Delta n_B / \nu_B$$

La extensión se calcula desde el inicio de la reacción. Esto sólo es válido cuando la estequiometría es independiente del tiempo.

3.1.3. *Velocidad de transformación*, $\dot{\xi}$, es la derivada respecto al tiempo de la cantidad de sustancia del constituyente B formado dividida por el coeficiente estequiométrico ν_B

$$\dot{\xi} = d\xi/dt = (1/\nu_B) \cdot (dn_B/dt)$$

3.1.4. *Velocidad de reacción*, v , es la velocidad de transformación dividida por el volumen, V , del sistema en el que tiene lugar el proceso

$$v = \dot{\xi} / V = (1/\nu_B) \cdot (1/V) \cdot (dn_B/dt)$$

Esta definición es válida para una reacción en la que el volumen varía con el tiempo o para una reacción que incluya dos o más fases (2).

Cuando el volumen no varía con el tiempo, la velocidad de reacción puede ser expresada en términos de concentración de sustancia:

$$v = (1/\nu_B) \cdot (dc_B/dt)$$

ξ , y v son, por definición, magnitudes con valores positivos.

Nota: Cuando los cambios ocurridos en las magnitudes definidos en 3.1.3. y 3.1.4., son únicamente medidos en los dos extremos del intervalo de tiempo, las velocidades pue-

den llamarse velocidades medias, por ejemplo, velocidad media de la reacción, velocidad media de transformación.

3.2. Procesos físicos

3.2.1. La *transferencia* es el movimiento de un constituyente dentro de un sistema o a través de sus límites. La transferencia puede ser expresada usando diferentes tipos de magnitud, p.e., velocidades de cambio

$$dQ/dt \text{ o } \Delta Q/\Delta t$$

Ejemplos: Velocidad de masa, dm_B/dt o $\Delta m_B/\Delta t$; velocidad de sustancia, dn_B/dt o $\Delta n_B/\Delta t$, velocidad de volumen, dV_B/dt o $\Delta V_B/\Delta t$.

La transferencia de un constituyente puede especificarse en relación al sistema:

3.2.1.1. *Entrada, consumo, absorción* son transferencias de un constituyente dentro del sistema considerado.

3.2.1.2. *Salida, excreción, secreción* son transferencias de un constituyente fuera del sistema considerado.

3.2.2. El *movimiento* de un constituyente con respecto a una superficie o entre fases puede expresarse por:

$$(dQ/dt) \cdot (1/A)$$

donde A es el área de la superficie. A veces se le denomina flujo, pero el término flujo se usa en algunas disciplinas para los tipos de magnitud definidos en la sección 3.2.1.

El concepto puede expresarse como velocidad de masa por área, velocidad de sustancia por área, velocidad de volumen por área (3).

3.3. Procesos combinados

La combinación de dos o más procesos (químicos y/o físicos) es usual en los sistemas fisiológicos. En este caso, puede ser calculado un cambio neto (ver sección 2.2.).

4. Recomendaciones

4.1. La unidad básica del SI para el tiempo es el segundo (símbolo s). En la expresión de magnitudes relacionadas con el tiempo, el segundo debería usarse siempre que fuera posible para así mantener las ventajas de coherencia de las unidades SI. A causa de su importancia y de su extenso uso, el minuto (min), la hora (h) y el día (d) pueden utilizarse como unidades SI (4). Sin embargo, en las unidades compuestas, el uso del minuto, la hora y el día debería limitarse. Se recomienda que debería usarse la misma unidad de tiempo en toda la presentación de un conjunto de datos para facilitar la comparación de diferentes magnitudes.

4.2. Para mejorar la comprensión de los resultados en química clínica se ha establecido un formato general para el informe de los resultados (1,3).

Sistema— Constituyente; tipo de magnitud=valor numérico • unidad.

Este tipo de presentación de un resultado es adecuada para un informe comprensible, siempre que el objetivo sea evaluar el estado del paciente en el momento en que se obtuvo el espécimen.

Las especificaciones, especialmente las especificaciones de tiempo, pueden ser añadidas al sistema, al constituyente o al tipo de magnitud:

Sistema(especificaciones)—Constituyente(especificaciones); tipo de magnitud (especificaciones) = valor numérico • unidad.

Las especificaciones interrelacionadas se sitúan después del tipo de magnitud.

4.3. En química clínica, cada informe tiene que contener una indicación del día y la hora en que se ha obtenido el espécimen. Pueden ser necesarias otras especificaciones de tiempo:

4.3.1. Cuando se conoce la existencia de un suceso previo que modifica la propiedad medida:

Sistema—Constituyente; tipo de magnitud (tiempo, suceso)=valor numérico • unidad.

Ejemplo: Plasma—Glucosa; concentración de sustancia (60 min después de una sobrecarga de glucosa *per os*=278 mmol)=8,5 mmol/L o Plasma—Glucosa; cambio de concentración de sustancia (60 min después de una sobrecarga de glucosa *per os*=278 mmol)=+3,5 mmol/L

El mismo formato de presentación debería usarse para las pruebas de supresión o estimulación.

4.3.2. Cuando se informa una velocidad media, es necesario expresar la duración o los límites del intervalo de tiempo en el que se han efectuado las mediciones.

4.3.2.1. La duración del intervalo de tiempo debería expresarse en segundos (min, h, d), es decir:

Sistema—Constituyente; tipo de magnitud (Δt) = valor número • unidad.

Ejemplo: Paciente(Orina)—Hidroxi-prolina; velocidad de sustancia (3 d) = 150 $\mu\text{mol/d}$.

4.3.2.2. Los límites del intervalo de tiempo deberían establecerse cuando existan variaciones a corto plazo de la propiedad medida en función del tiempo, es decir:

Sistema—Constituyente; tipo de magnitud ($t_1;t_2$) = valor numérico • unidad.

Ejemplos: Paciente(Orina)—Amonio; velocidad de sustancia (8:00;16:00) = 180 nmol/s

El resultado puede también informarse como cantidad de sustancia en el espécimen de orina:

Orina—Amonio; cantidad de sustancia (8:00;16:00) = 21 μmol .

Paciente—4-hidroxi-3-metoximandelato / Creatinino; cociente de velocidad de sustancia (6:00;18:00) = 0,06.

Este resultado puede también expresarse como un cociente de sustancia:

Orina—4-hidroxi-3-metoximandelato / Creatinino; cociente de sustancia (6:00;18:00) = 0,06

4.4. En química clínica se ha propuesto un formato general para la presentación de los resultados dependientes del tiempo.

4.4.1. El formato, siguiendo las recomendaciones previas, incluye el nombre del sistema, el constituyente, el tipo de magnitud, el valor numérico y la unidad.

4.4.2. Cuando el tiempo se encuentra en el numerador de una magnitud de «tiempo», la palabra tiempo debería formar parte del nombre del tipo de magnitud.

Ejemplo: Plasma—Coagulación, factor inductor tisular; tiempo (procedimiento) = 33 s.

4.4.3. Cuando el tiempo se encuentra en el denominador de un tipo de magnitud derivada, la palabra velocidad debería formar parte del nombre del tipo de magnitud.

Ejemplo: Orina—Glucosa; velocidad de sustancia = 1 $\mu\text{mol/s}$

4.4.4. Si es necesario, para un nombre explícito de la magnitud, el tipo de proceso puede darse como una especificación del constituyente, es decir:

Sistema—Constituyente(proceso); tipo de magnitud = valor numérico • unidad.

Ejemplo: Páncreas—Producción de amilasa; velocidad catalítica (30 a 150 min después de la ingesta, procedimiento analítico) = $18 \mu\text{kat/s}$ ($18 \mu\text{mol/s}^2$)

Destacar que este tipo de presentación puede ser especialmente útil para estudios metabólicos de sistemas fisiopatológicos en pacientes, biopsias o células aisladas. Se recomienda que el nombre del proceso se coloque entre paréntesis después del constituyente.

Bibliografía

1. International Union of Pure and Applied Chemistry, Commission on Quantities and Units in Clinical Chemistry and International Federation of Clinical Chemistry. Expert panel on Quantities and Units in Clinical Chemistry. R. Dybkaer. Approved Recommendations (1978). Quantities and Units in Clinical Chemistry. Clin Chim Acta 1979; 96: 157F-183F; J Clin Chem Clin Biochem 1979; 17: 801-821.
2. McGlashan ML. Manual of Symbols and Terminology for Physicochemical Quantities and Units. Pure Appl Chem 1970; 21: 3-44.
3. Rigg JC, Visser BF, Lehmann HP. Nomenclature of derived quantities (Recommendation 1991). Pure Appl Chem 1991; 63: 1307-1311.
4. Bureau International des Poids et Mesures. Le Système International d'Unités (SI). 6th French and English Edition. Sèvres. 1991.