

APLICACIONES CLINICAS DE SISTEMAS DE INDEXACION

Drs. Bruno Günther Sch.* y Víctor Vargas K.**

* Departamento de Fisiología y Biofísica. Facultad de Medicina. Universidad de Chile. cas: 70005, Santiago

** Unidad de Pacientes Críticos. Departamento de Medicina. Hospital Clínico, Universidad de Chile.

SUMMARY

CLINICAL APPLICATIONS OF INDEXATION SYSTEMS.

The clinical applications of standardized physiological functions such as cardiovascular, respiratory and renal systems are discussed.

INTRODUCCION

Cuando hace más de un siglo Max Rubner¹ determinó en siete perros el consumo de oxígeno en condiciones basales, encontró que:

- 1) el consumo de O₂ crece a medida que aumenta el peso corporal (kg);
- 2) el metabolismo basal decrece cuando éste se expresa por kilogramo de peso corporal; y
- 3) el metabolismo basal es casi igual (=1143 kcal/24h/m²) cuando los valores experimentales (consumo de O₂) se calculan por metro cuadrado de superficie corporal (kcal/24h/m²), tal como se ilustra en la Fig. 1.

LA SUPERFICIE CORPORAL COMO CRITERIO UNICO DE INDEXACION

El cálculo de la superficie corporal (m²) se basa en razones de índole geométrica, por cuanto la superficie (S) de todo cuerpo de volumen (V) es igual a

$$S = k \cdot V^{2/3} \quad (1)$$

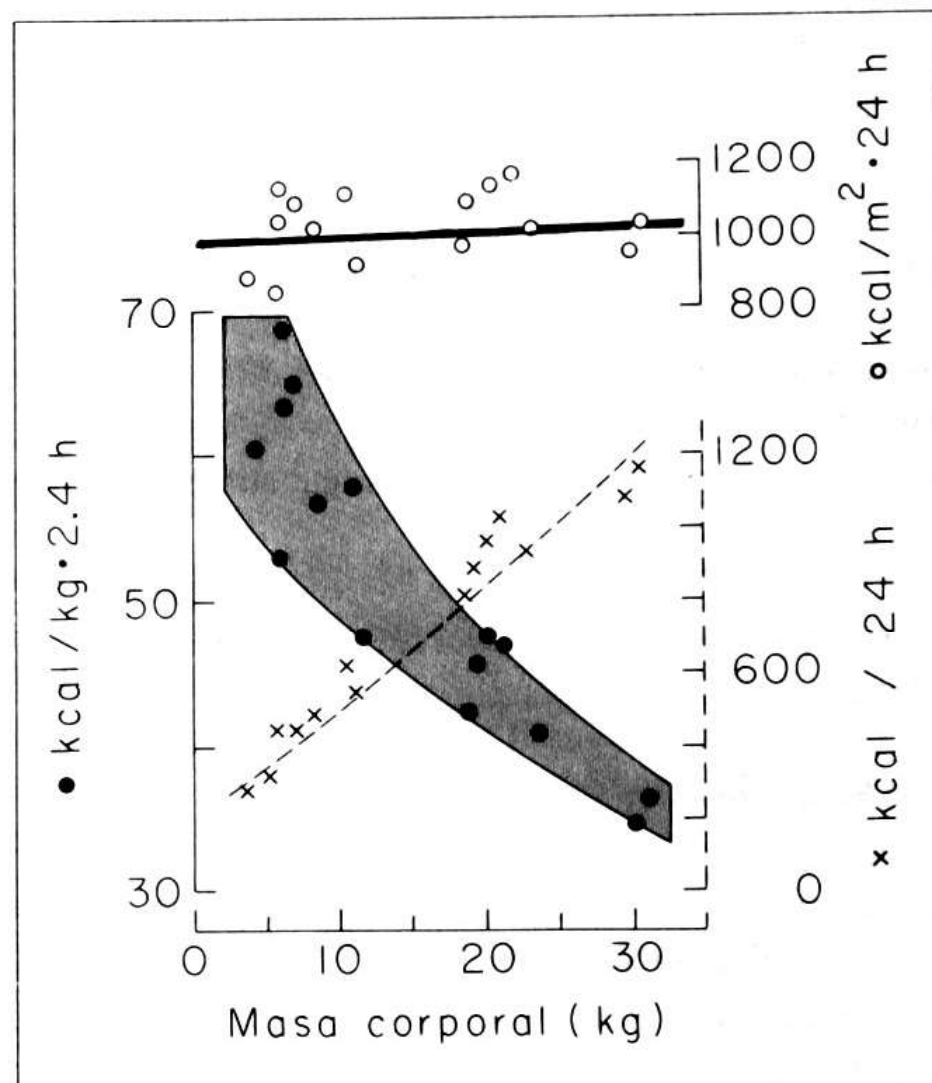


Figura 1. Representación gráfica de los resultados obtenidos por Rubner en mediciones metabólicas (Kcal/24 hrs.) realizadas por duplicado en siete perros de diverso peso corporal (kg). Abscisa masa corporal en kilogramos. Ordenadas de la izquierda (puntos negros) se expresa el metabolismo por unidad de peso (kg-1). Ordenada derecha (abajo), metabolismo basal en kcal/24 hrs. (cruces). Ordenada derecha (arriba), el metabolismo por unidad de superficie corporal (kcal/m²/24 hrs.), indicado como círculos vacíos, y que corresponde a la "Ley de superficie".

Se asume en estos casos que la densidad del cuerpo ($d=M/V$) es prácticamente igual a la unidad ($d=1.0$), de modo que la masa corporal (M) resulta ser proporcional al volumen (V) del cuerpo en estudio. En cuanto al parámetro (k) que figura en la ecuación (1), su valor numérico depende de la «forma» del cuerpo geométrico (shape factor); es así como $k=4.836$ para una esfera, $k=6.00$ para un cubo y $k=10.8$ para el cuerpo humano, cuyas formas son preferentemente cilíndricas.

Es de interés señalar, que la «ley de la superficie», que Rubner¹ estableciera en 1883, se basó en sólo 7 experimentos, los que fueron realizados por duplicado en perros de diverso tamaño corporal, de 3.19 kg hasta 31.2 kg. No obstante, esta «ley» se extrapoló a todos los mamíferos e incluso a la especie humana, siendo aceptada de inmediato por toda la comunidad científica internacional, y prevalece casi sin discusión - hasta nuestros días, tal como se ilustra en la Tabla I.

METABOLISMO INTERESPECIES

Numerosos estudios sistemáticos realizados en mamíferos, aves, reptiles, anfibios, peces entre otros, demostraron que el exponente de la masa corporal (M) en la ecuación alométrica siguiente:

$$Y = a \cdot M^b \quad (2)$$

no era $b = 2/3$ como lo exige la geometría euclídeana, sino que $b = 0.734$ (Brody) y $b = 0.75$ según Kleiber.³

Cuando estas mediciones del consumo de O₂ basal se extendieron a homeotermos, poikilotermos y unicelulares (4), se obtuvo en todos los casos un exponente (b) de la masa corporal (M) igual a 0.751.

En vez de considerar como única alternativa la validez de la «ley de la superficie», la que vincula el consumo de O₂ (metabolismo) con las pérdidas del calor disipado (termólisis) en la superficie del cuerpo (m^2), es posible estudiar otras posibilidades, como ser el análisis dimensional de todas las funciones de los organismos vinculados con la producción de calor (termogénesis) y su aplicación en algunas de las teorías de similitud biológica.

EL ANALISIS DIMENSIONAL

Se deben a Newton (1643-1727) y a Fourier (1768-1830) los criterios del análisis dimensional en física, por cuanto estos autores establecieron un sistema triádico, constituido por la masa (M), la longitud (L) y el tiempo (T) y que se conoce como sistema MLT. Es así como, cualquier función (Y) puede ser definida como el producto de estas tres variables, siendo que cada uno de los tres factores funciona como una

potencia, cuyos exponentes respectivos son a, B, y; de manera que

$$Y = M^a L^B T^y \quad (3)$$

tal como aparece en la Tabla II.

TEORIA DE LA SIMILITUD BIOLOGICA

Esta teoría fué formulada en 1927 por Lambert y Teissier⁵ en base a dos postulados.

Primer postulado: La densidad (d) de prototipo y modelo es la misma; de manera que $d = M/V = 1.0$, con lo cual se establece una correlación entre la masa (M) y el volumen (V), y en su defecto, siendo ($V = L^3$) entre la masa (M) y la longitud (L), resultando finalmente que $L \propto M^{1/3}$

Segundo postulado: Las longitudes biológicas (L) son proporcionales a los tiempos biológicos (T), con lo que se establece una proporcionalidad entre ambas variables, y por 1/3 consiguiente $T \propto M^{1/3}$. Este postulado es de naturaleza teórica (a priori), a diferencia del primer postulado que se basa en observaciones empíricas, desde el momento que todo ser vivo colocado en un medio hídrico, flota en la superficie del agua, con lo que se demuestra que la densidad (d) es prácticamente constante e igual a la del agua ($d = 1.00$).

La ecuación general de la similitud biológica es entonces la siguiente:

$$Y = M^a M^{1/3B} M^{1/3y} \quad (4)$$

lo que equivale a

$$Y = M^{a+1/3B+1/3y} \quad (5)$$

En la Tabla III aparece el cálculo del exponente reducido (b_R) para 12 variables de interés fisiológico.

En consideración al segundo postulado, es que es necesario confrontar las predicciones numéricas (b_R) de dicha teoría con los valores empíricos de los

Tabla I.
PARAMETROS HEMODINAMICOS NORMALES
(Todos ellos son estandarizados por metro cuadrado de superficie corporal.
(Marino)⁹

PARAMETROS HEMODINAMICOS	RANGOS NORMALES EXPRESADOS POR UNIDAD DE SUPERFICIE (m ²)
Indice cardíaco (CI)	2.5 - 3.5 l/min/m ²
Indice del volumen expulsivo (SVI)	36 - 48 ml/latido / m ²
Indice del trabajo sistólico del ventrículo izquierdo (LVSWI)	44 - 56 gm. m/m ²
Indice del trabajo sistólico del ventrículo derecho(RVSWI)	7 - 10 gm. m/m ²
Indice de la resistencia vascular sistémica (SVRI)	1200 - 2500 dinas. seg/cm ⁵ / m ²
Indice de la resistencia vascular pulmonar (PVRI)	80 - 240 dinas. seg/cm x m
Transporte de oxígeno (DO ₂)	520 - 720 ml/min. m ²
Consumo de oxígeno (VO ₂)	110 - 160 ml/min. m ²
Razón de extracción del oxígeno (O ₂ ER)	22 - 32%

exponentes alométricos (bE) para lo cual se analizó estadísticamente (regresión lineal) un conjunto 203 exponentes alométricos que aparecen en la literatura ⁽⁶⁾, resultando que

$$b_R = 0.96\alpha + 0.35 \beta + 0.30\gamma \quad (6)$$

una ecuación muy parecida a la formulación original de Lambert y Teissier⁵

$$b_R = \alpha + 0.33 \beta + 0.33\gamma \quad (7)$$

Es de interés señalar, que la concordancia entre ambos

valores (bR y bE) es muy satisfactoria, como lo revela el coeficiente de correlación $r^2 = 0.997$. Solamente en el ítem 3, referente a los períodos biológicos, existe una ligera discrepancia ($b = 0.30$ versus $b = 0.247$); empero, el error estándar (SE) es en el segundo caso relativamente grande (0.049) y por ello, la diferencia entre ambos valores promedio no es significativa.

INDEXACION ALOMETRICA

En vez de la indexación o estandarización convencional en donde toda función es expresada por m² de superficie corporal, es más racional utilizar la

Tabla II
Análisis dimensional de 12 variables físicas de interés biológico.

Item	Variable	Definición física	Dimensión (MLT)	M a	L b	T g
1	Masa	Cantidad de materia	Mc	1	0	0
2	Longitud	Unidad fundamental del espacio	L	0	1	0
3	Tiempo	Duración de un ciclo completo	T	0	0	1
4	Area	Longitud al cuadrado	L ²	0	2	0
5	Volumen	Longitud al cubo	L ³	0	3	0
6	Flujo	Volumen por unidad de tiempo	L ³ T ⁻¹	0	3	- 1
7	Frecuencia	Inversa de un período	T ⁻¹	0	0	- 1
8	Fuerza	Masa por aceleración	MLT ⁻²	1	1	-2
9	Energía	Fuerza por distancia	ML ² T ⁻²	1	2	-2
10	Potencia	Trabajo por unidad de tiempo	ML ² T ⁻³	1	2	-3
11	Presión	Fuerza por unidad de área	ML ⁻¹ T ⁻²	1	-1	-2
12	Resistencia	Gradiente de presión por unidad de flujo	ML ⁻¹ T ⁻² T ⁻¹	1	-4	- 1

expresión alométrica específica para cada función, por cuanto si se despeja el parámetro (a) de la ecuación alométrica de Huxley⁷ resultará lo siguiente :

$$a = \frac{Y}{M^b} = \text{NIM} \quad (8)$$

cuando la masa corporal (M) es de 1 kg, nos dará un NIM que servirá para caracterizar a dicha función, cualesquiera sea la masa corporal (M).

Los valores numéricos de la masa (M) con los posibles exponentes (exp) de interés biológico se encuentran en la Tabla IV.

de modo que el valor numérico del parámetro (a),

Tabla III

Exponentes dimensionales según sistema MLT de 12 funciones y cálculo del exponente reducido (bR) según ecuación (6) y comparación entre los exponentes calculados, (bR) y los valores empíricos (10).

Item	Variables	Exponentes			Según ecuación (6)			Exponente (b)	
		α	β	γ	0.96α	0.35β	0.30γ	Reducido (bR)	Empírico* (M±SE)
1	Masa	1	0	0	0.96	0	0	0.96	1.0±0.001
2	Longitud	0	1	0	0	0.35	0	0.35	0.31±0.009
3	Tiempo	0	0	1	0	0	0.30	0.30	0.247±0.049**
4	Area	0	2	0	0	0.70	0	0.70	0.687±0.013
5	Volumen	0	3	0	0	1.05	0	1.05	1.036±0.008
6	Frecuencia	0	0	-1	0	0	-0.30	-0.30	-0.26±0.005
7	Flujo	0	3	-1	0	1.05	-0.30	0.75	0.768±0.011
8	Energía.								
	Trabajo	1	2	-2	0.96	0.70	-0.60	1.06	1.066±0.03
9	Potencia	1	2	-3	0.96	0.70	-0.90	0.76	0.746±0.007
10	Presión	1	-1	-2	0.96	-0.35	-0.60	0.01	-0.010±0.0017
11	Resistencia	1	-4	-1	0.96	-1.40	-0.30	-0.74	-0.752±0.043
12	Compliance (AV/AP)	-1	4	2	-0.96	1.40	0.60	1.04	1.04±0.015

* M + SE = término medio + error standard

** Valores según Calder¹¹

ALGUNAS APLICACIONES CLINICAS DE LA INDEXACION ALOMETRICA

Como un ejemplo del cálculo del «índice alométrico», procedamos a comparar la frecuencia cardíaca de un **niño** de un año de edad, cuyo peso corporal es de 10 kg, con la de un adulto de 22 años de edad cuyo peso es de 72 kg. Primeramente, habrá que calcular el exponente $b = -0.25$ de las respectivas masas corporales, y después se despeja el valor del parámetro (a) de acuerdo a la ecuación 8. En el primer caso (véase Tabla IV) tendremos para el niño :
 $(10)^{-0.25} = 0.5623$, y para una frecuencia cardíaca de 11 1/minuto la siguiente razón:

$$\text{NIM} = 111 / 0.5623 = 197.4$$

Por otra parte, para el **adulto** tendremos
 $(72)^{-0.25} = 0.3433$, lo que permite calcular el correspondiente NIM, sabiendo que la frecuencia cardíaca es de $74 / 0.3433 = 215.5$.

La razón entre ambas cifras ($215.5 / 197.4 = 1.09$) nos dará un valor que en este caso es muy cercano a la unidad, con lo que se confirma la igualdad de ambos NIM.

Para cada función y de acuerdo al análisis dimensional especificado en las Tablas II y III, es posible calcular los NIM, un procedimiento que difiere substancialmente del método tradicional, en donde todas las funciones son estandarizadas de acuerdo a un solo criterio, la superficie corporal expresada por metro cuadrado, lo que equivale a decir, que en todos los casos el exponente alométrico de la masa (M) debe ser $b = 0.66$ (ley de la superficie).

Es así como los NIM para las cuatro categorías de funciones, mencionadas en la Tabla III y la Tabla V, se calculan como sigue:

$$1) \text{ Período biológico} = \frac{\text{Duración de 1 ciclo (seg)}}{\text{Masa (kg) exp (0.25)}}$$

Tabla IV.
Valores numéricos para 5 exponentes (exp) alométricos diferentes en función de la masa corporal (M) en kilogramos

M (kg)	exp 0,25	exp 0,66	exp 0,75	exp -0,25	exp -0,75
1	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
2	1,1892	1,5801	1,6818	0,8409	0,5948
3	1,3161	2,0649	2,2795	0,7598	0,4387
4	1,4142	2,4667	2,8264	0,7071	0,3338
5	1,4953	2,8926	3,3437	0,8687	0,2991
6	1,5651	3,2827	3,8337	0,6389	0,2608
7	1,8268	3,6121	4,3035	0,6148	0,2324
8	1,6818	3,9449	4,7586	0,5946	0,2102
9	1,7321	4,2638	5,1982	0,5774	0,1925
10	1,7763	4,5709	5,6234	0,5823	0,1778
11	1,8212	4,8676	6,0401	0,5491	0,1868
12	1,8612	5,1554	6,4474	0,5373	0,1551
13	1,8966	5,4350	6,8483	0,5266	0,1481
14	1,9343	5,7075	7,2376	0,5170	0,1382
15	1,9680	5,9734	7,6220	0,5081	0,1312
16	2,0000	6,2333	8,0000	0,5000	0,1250
17	2,0005	6,4878	8,3721	0,4925	0,1194
18	2,0598	6,7372	8,7389	0,4855	0,1144
19	2,0878	6,9820	9,1005	0,4790	0,1099
20	2,1147	7,2224	9,4574	0,4729	0,1057
21	2,1407	7,4567	9,8099	0,4671	0,1019
22	2,1657	7,6913	10,1582	0,4817	0,0964
23	2,1899	7,9203	10,5026	0,4586	0,0952
24	2,2134	8,1459	10,8432	0,4518	0,0922
25	2,2361	8,3684	11,1803	0,4472	0,0994
26	2,2581	8,5878	11,5141	0,4429	0,0869
27	2,2795	8,8044	11,8447	0,4387	0,0844
28	2,3003	9,0183	12,1722	0,4347	0,0822
29	2,3206	9,2296	12,4668	0,4309	0,0000
30	2,3403	9,4384	12,8186	0,4273	0,0780
31	2,3596	9,6449	13,1378	0,4238	0,0761
32	2,3784	9,8492	13,4443	0,4204	0,0743
33	2,3968	10,0512	13,7685	0,4172	0,0726
34	2,4147	10,2512	14,0802	0,4141	0,0710
35	2,4323	10,4492	14,3897	0,4111	0,0695
36	2,4495	10,6453	14,6969	0,4062	0,0680
37	2,4683	10,8996	15,0021	0,4055	0,0667
38	2,4826	11,0321	15,3052	0,4026	0,0653
39	2,4660	11,2228	15,6662	0,4002	0,0641
40	2,5149	11,4119	15,9054	0,3976	0,0629
41	2,5304	11,5984	16,2027	0,3952	0,0817
42	2,5457	11,7854	16,4662	0,3926	0,0606
43	2,5607	11,9699	16,7920	0,3905	0,0598
44	2,5755	12,1529	17,0840	0,3863	0,0585
45	2,5900	12,3345	17,3744	0,3861	0,0576
46	2,6043	12,5147	17,6632	0,3840	0,0586
47	2,6163	12,6936	17,9504	0,3819	0,0557
48	2,6321	12,8712	18,2361	0,3799	0,0548
49	2,6458	13,0476	18,5203	0,3780	0,0540
50	2,8681	13,2227	18,8030	0,3761	0,0532

Tabla IV. (continuación)
valores numéricos para 5 exponentes (exp) alométricos diferentes en función de la masa corporal (M) en kilogramos

M(kg)	exp 0,25	exp 0,66	exp 0,75	exp-0,25	exp-0,75
51	2,6723	13,3987	19,0844	0,3742	0,0524
52	2,8853	13,5694	19,3643	0,3724	0,0516
53	2,6982	13,7411	19,6430	0,3706	0,0509
54	2,7106	13,9117	19,9203	0,3689	0,0502
55	2,7233	14,0812	20,1983	0,3872	0,0495
56	2,7356	14,2466	20,4711	0,3656	0,0488
57	2,7477	14,4171	20,7447	0,3639	0,0482
58	2,7597	14,5835	21,0170	0,3824	0,0476
59	2,7715	14,7490	21,2882	0,3608	0,0470
60	2,7832	14,9135	21,5582	0,3593	0,0464
61	2,7947	15,0771	21,8272	0,3578	0,0458
62	2,8081	15,2398	22,0950	0,3664	0,0453
63	2,8173	15,4016	22,3617	0,3549	0,0447
64	2,8284	15,5625	22,6274	0,3538	0,0442
65	2,8394	15,7225	22,8921	0,3522	0,0437
68	2,8503	15,8818	23,1557	0,3008	0,0432
67	2,8610	16,0402	23,4183	0,3495	0,0427
68	2,8716	16,1978	23,6800	0,3482	0,0422
69	2,6821	16,3549	23,9407	0,3470	0,0418
70	2,8925	16,5107	24,2005	0,3457	0,0413
71	2,9028	16,6860	24,4593	0,3445	0,0409
72	2,9130	16,8205	24,7172	0,3433	0,0405
73	2,9230	16,9743	24,9742	0,3421	0,0400
74	2,8330	17,1275	25,2304	0,3410	0,0396
75	2,9428	17,2799	25,4857	0,3398	0,0392
76	2,9526	17,4316	25,7401	0,3387	0,0368
77	2,9623	17,5828	25,9937	0,3376	0,0365
78	2,9718	17,7330	28,2465	0,3395	0,0381
79	2,9813	17,8827	28,4664	0,3334	0,0377
80	2,9907	18,0318	28,7466	0,3344	0,0374
81	3,0000	18,1803	27,0000	0,3333	0,0370
82	3,0092	18,3281	27,2466	0,3323	0,0367
83	3,0183	18,4753	27,4965	0,3313	0,0364
84	3,0274	18,6219	27,7466	0,3303	0,0360
85	3,0364	18,7679	27,9940	0,3293	0,0357
86	3,0453	18,9134	28,2406	0,3284	0,0354
87	3,0541	19,0582	28,4665	0,3274	0,0351
88	3,0628	19,2005	28,7317	0,3265	0,0348
89	3,0715	19,3463	28,9763	0,3256	0,0345
90	3,0801	19,4595	29,2201	0,3247	0,0342
91	3,0886	19,6321	28,4633	0,3238	0,0339
92	3,0970	19,7742	28,7058	0,3229	0,0337
93	3,1054	19,9158	28,9476	0,3220	0,0334
94	3,1137	20,0569	30,1888	0,3212	0,0331
95	3,1220	20,1975	30,4294	0,3203	0,0328
96	3,1302	20,3376	30,6693	0,3195	0,0328
97	3,1363	20,4771	30,9086	0,3186	0,0324
98	3,1463	20,6162	31,1472	0,3178	0,0321
99	3,1543	20,7548	31,3853	0,3170	0,0319

$$2) \text{ Metabolismo} = \frac{\text{Metabolismo (kcal/día)}}{\text{Masa (kg) exp (0.75)}}$$

$$3) \text{ Resist. periférica total} = \frac{\text{RPT (dinas x seg x cm}^{-5}\text{)}}{\text{Masa (kg) exp (-0.75)}}$$

$$4) \text{ Volumen} = \frac{\text{Volemia (ml)}}{\text{Masa (kg) exp (1.0)}}$$

Para todas las demás funciones valen los exponentes alométricos (exp) que aparecen en la Tabla III y IV.

CONCLUSIONES

Desde que se estableciera en 1883 la «Ley de la superficie», tanto en fisiología como en clínica, las variables metabólicas, respiratorias y renales se estandarizan por metro cuadrado de superficie corporal. Esta modalidad de indexación ha perdurado por más de un siglo a pesar que ella se basa en la «termolisis» (radiación, convección, conducción y

evaporación) que obligatoriamente se realiza en la superficie del cuerpo. No obstante, la "termogénesis" a nivel mitocondrial es el factor determinante del consumo de oxígeno, de la producción de calor y de la síntesis del ATP y por ende de la intensidad metabólica por unidad de masa corporal (kg^{-1}).

A partir del análisis dimensional de la Física es posible desarrollar una teoría de similitud biológica que permite calcular el exponente (b) de la ecuación alométrica de Huxley (1932), según la cual cada función (Y) está relacionada cuantitativamente con la masa corporal (M) de modo que $Y = a M^b$, siendo el coeficiente (a) de la masa de origen empírico y el exponente (b) se puede decidir teóricamente o bien se calcula estadísticamente en base a los resultados experimentales.

Cada función (Y) tiene un exponente (b) característico y por consiguiente para estandarizar una función hay que tomar en cuenta este hecho. El

Tabla 5
CALCULO DEL EXPONENTE REDUCIDO (bR) PARA CUATRO CATEGORIAS DE VARIABLES FISIOLÓGICAS.

Categoría	Variable	Dimensión física (MLT)	Cálculo del exponente (bR)	Valor final del exponente reducido (bR)
Fraccionario y positivo	Duración	T	0+0+0.30	0.30
	de un ciclo Metabolismo	ML^2T^{-3}	$0.96+0.70-0.90$	0.76
Fraccionario y negativo	Frecuencia	T^{-1}	$0+0-0.30$	-0.30
	Resistencia periférica	$\text{ML}^{-4}\text{T}^{-1}$	$0.96-1.40-0.30$	-0.74
Proporcional la masa corporal	Volumen	L^3	$0+1.05+0$	1.05
Independiente de la masa corporal	Velocidad	LT^{-1}	$0+0.35-0.30$	0.05

resultado de la indexación alométrica es un "numero invariante de la masa" (NIM), es decir, se obtiene una cifra constante, cualquiera sea la magnitud de dicha variable (M en kg).

La indexación alométrica no sólo es aplicable a la fisiología comparada sino que también es válida para la evaluación cuantitativa de las funciones en clínica y como ejemplo se compara la frecuencia cardíaca de un niño con la de un adulto, en que se demuestra que ambos NIM son prácticamente iguales. Este criterio es aplicable a cualquiera otra función: metabolismo, resistencia periférica, volumen sistólico o volumen de aire corriente, entre otros.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Prof. Dr. Enrique Morgado, por la elaboración de la Tabla IV. y a las señoritas Lucy de la Peña y Elizabeth Cárdenas por su eficiente colaboración en el procesamiento de este manuscrito.

REFERENCIAS

1. RUBNER, M.: Über den Einfluss der Körpergröße auf Stoff-und Kraftwechsel. Z. Biol. 1883; 19:535-62.
2. BRODY, S.: Bioenergetics and Growth, with Special References to the Efficiency Complex in Domestic Animals. New York: Reinhold, 1945.
3. KLEIBER, M.: The Fire of Life. An Introduction to Animal Energetics. New York : Wiley, 1961.
4. HEMMINGSEN, AM.: The relation of standard (basal) energy metabolism to total fresh weight of living organism Rep.Steno.Mem. Hosp., Copenhagen. 1950; 4:1-110
5. LAMBERT, R, TEISSIER, G.: Théorie de la similitude biologique. Ann Physiol (Paris) 1927; 3:212-246,
6. GÜNTHER B., GONZALEZ U.; MORGADO E.: Biological similarity theories : a comparison with the empirical allometric equations. Biol Res. 1992;25:7-13.
7. HUXLEY, J.S.: Problems of Relative Growth. London:Methuen, 1932.
8. ALTMANN, P.L, DITTMER: D: S. (Edit). Biology Data Book. Washington: Federation of American Societies for Experimental Biology, 1964.
9. MARINO, P.L. : The ICU Book Lea & Febiger, Philadelphia, 1991. 104.
10. PETERS, RH.: The Ecological Implications of Body Size. Cambridge : Cambridge University Press, 1983.
11. CALDER, WA.: Size Function and Life History. Cambridge: Harvard University Press, 1983.