Atti Accademia Nazionale dei Lincei

Classe Scienze Fisiche Matematiche Naturali

Rendiconti

Vittorio Capraro, Emilio Ganassini

Sulla interpretazione del fenomeno di accrescimentonei Mammiferi omotermi

Atti della Accademia Nazionale dei Lincei. Classe di Scienze Fisiche, Matematiche e Naturali. Rendiconti, Serie 8, Vol. **32** (1962), n.4, p. 555–559.

Accademia Nazionale dei Lincei

¡http://www.bdim.eu/item?id=RLINA_1962_8_32_4_555_0¿

L'utilizzo e la stampa di questo documento digitale è consentito liberamente per motivi di ricerca e studio. Non è consentito l'utilizzo dello stesso per motivi commerciali. Tutte le copie di questo documento devono riportare questo avvertimento.

Articolo digitalizzato nel quadro del programma bdim (Biblioteca Digitale Italiana di Matematica) SIMAI & UMI
http://www.bdim.eu/

Atti della Accademia Nazionale dei Lincei. Classe di Scienze Fisiche, Matematiche e Naturali. Rendiconti, Accademia Nazionale dei Lincei, 1962.

Fisiologia. — *Sulla interpretazione del fenomeno di accrescimento nei Mammiferi omotermi.* Nota di VITTORIO CAPRARO ed EMILIO GANASSINI (*), presentata (**) dal Socio R. MARGARIA.

È noto che la curva di accrescimento post natale nei Mammiferi omotermi ha un andamento sigmoide. Tale aumento però non è caratteristico degli omotermi, ma si ritrova anche negli eterotermi, sia Vertebrati che Invertebrati; in alcuni Invertebrati (Larve di Insetti) e nell'accrescimento intrauterino dei Mammiferi (Ratto [1], Uomo [2]) l'andamento dell'accrescimento ponderale è rappresentato da una tipica funzione esponenziale del tempo. Von Bertalanffy [3] ha tentato una suggestiva interpretazione del fenomeno, supponendo, come è ovvio, che la velocità di accrescimento (dP/dt) sia la differenza di due processi contemporanei, uno costruttivo e l'altro distruttivo e supponendo inoltre che il primo processo fosse proporzionale ad una potenza del peso e che il secondo fosse proporzionale semplicemente al peso:

$$\frac{dP}{dt} = K_1 P^n - K_2 P \,. \tag{1}$$

Egli inoltre ha potuto notare la corrispondenza tra l'esponente « n » che compare nell'espressione del consumo di ossigeno degli organismi in questione e l'esponente « n » che compare nella formula (1). Se « n » è inferiore ad (1) (ad esempio 2/3), abbiamo il caso tipico degli omotermi e anche di molti eterotermi e l'integrazione della formula (1) ci fornisce un andamento del peso in funzione del tempo a carattere sigmoide, se invece « n » è uguale ad 1, come in altri eterotermi, l'integrazione della formula (1) ci dà un andamento esponenziale.

È presumibilmente, però, un artificio, almeno negli omotermi, considerare il metabolismo distruttivo espresso solo dalla quota azotata di logorio, che si considera proporzionale al peso corporeo, come pure riesce difficile comprendere perché il metabolismo costruttivo sia direttamente correlato con il consumo di ossigeno.

È evidente, inoltre, che almeno formalmente si può ottenere un integrale di tipo sigmoide anche nel caso in cui la formula (1) sia espressa in maniera più generale:

$$\frac{dP}{dt} = K_1 P^{n_1} - K_2 P^{n_2} \tag{2}$$

e alla condizione che $n_1 < n_2$.

(*) Dall'Istituto di Fisiologia Generale di Milano.
(**) Nella seduta del 14 aprile 1962.

Nella presente Nota, non avendo a disposizione dei dati sulle calorie prodotte dall'animale nel corso dello sviluppo, ci siamo basati, per calcolare il metabolismo distruttivo, sul peso del rene del ratto albino maschio [4]. Si può supporre, infatti, che anche il peso del rene sia un indice del metabolismo distruttivo, in quanto il filtrato glomerulare può rispecchiare la quantità dei prodotti di rifiuto e d'altra parte è stato osservato che l'entità della filtrazione glomerulare nell'uomo, nel corso dello sviluppo, è direttamente proporzionale al peso del rene [5].

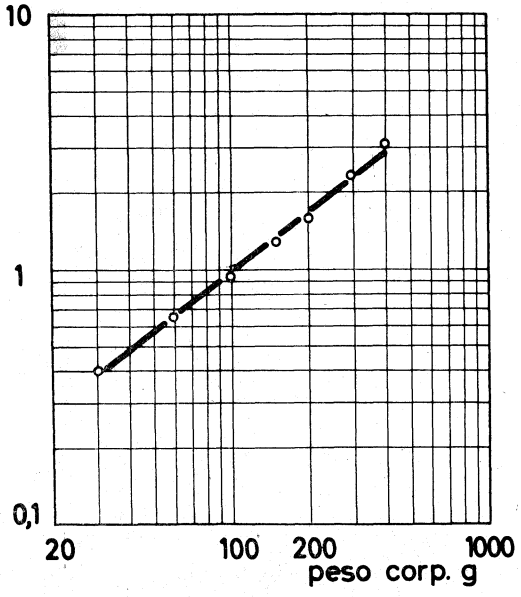

Fig. 1. – Andamento del peso renale in funzione del peso corporeo. Ascisse log peso corporeo in g; ordinate log peso renale in g.

Nella elaborazione dei dati a disposizione si trova che il peso del rene (P_r) cresce con il peso corporeo secondo la funzione:

$$P_r = K_r P^{0,78} . \tag{3}$$

Si noti che anche nell'uomo, dai dati reperiti in letteratura [6], il peso del rene, dopo il primo anno di età, cresce, rispetto al peso corporeo, con un andamento simile espresso dalla formula:

$$P_r = K_r P^{0,79} . \tag{4}$$

Per ottenere, invece, dei dati sull'entità delle calorie introdotte nel corso dello sviluppo del ratto, abbiamo scelto i dati sull'accrescimento dell'intestino [7]. Il peso del tubo gastroenterico (P_i) cresce con il peso corporeo secondo la seguente funzione:

$$P_i = K_i P^{0,68} . \tag{5}$$

Utilizzando le espressioni (3) e (5), la formula dell'accrescimento corporeo potrebbe essere allora scritta in questo modo:

$$\frac{dP}{dt} = K_1 P^{0,68} - K_2 P^{0,78} \tag{6}$$

in cui « n » è prossimo all'esponente di 3/4 noto nel calcolo del consumo di ossigeno delle diverse specie di Mammiferi omotermi [8].

Ci si può rendere facilmente ragione che anche tale formula può esprimere l'accrescimento corporeo del ratto. Se si ammette che il ratto abbia ultimato l'accrescimento a 350 g e che a tale peso abbia una produzione di calore pari a 71 Kcal/24 ore, si può attribuire un determinato valore di calorie eliminate ad ogni g di rene ed un determinato valore di calorie introdotte ad ogni g di intestino. Con l'aiuto della formula (3) e (5) si può allora,

in ciascun momento dello sviluppo, calcolare le calorie introdotte e quelle emesse e le rispettive differenze accumulate. Conoscendo, infine, la composizione dell'organismo nel corso dello sviluppo [9] (1,57 Kcal per ogni *g* di tessuto fresco) si può, dalle predette differenze, risalire all'accrescimento in peso fresco nelle 24 ore in ogni momento dello sviluppo (Tabella I) e ricostruire da questi dati la curva di accrescimento. Come si vede dalla fig. 3, tale curva copre con buona approssimazione quella trovata empiricamente [10].

L'andamento della velocità di accrescimento descritto dalla formula (2) può variare nelle diverse specie omoterme per variazione di K_1 e K_2 o dei rispettivi esponenti delle potenze del peso corporeo, e soprattutto dell'esponente del primo termine.

Per quanto riguarda il filtrato glomerulare, le formule (3) e (4) ci lasciano supporre che l'esponente della potenza del peso non si modifica di molto nelle più svariate specie (Uomo, Ratto), mentre il valore di K si sposta notevolmente passando dal Ratto all'Uomo. Difatti le formule (3) e (4), introducendo i valori sperimentali di K, diventano:

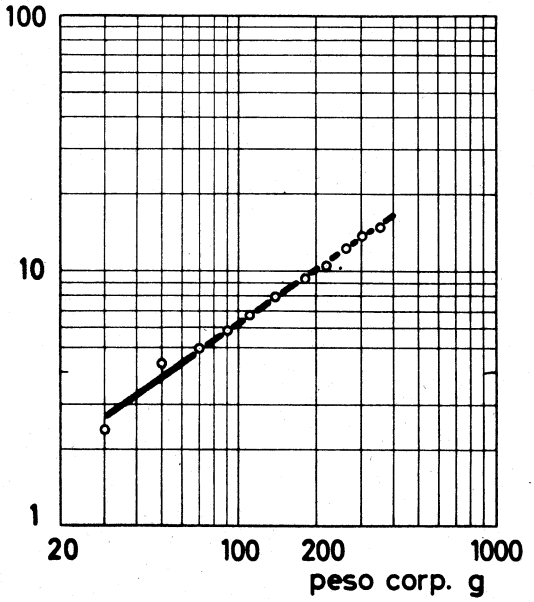

Fig. 2. – Andamento del peso del tubo gastrointestinale in funzione del peso corporeo. Ascisse log peso corporeo in g; ordinate log peso intestinale in g.

(3 *bis*) $$P_r \text{ (ratto)} = 0{,}027\ P^{0{,}78}$$

(4 *bis*) $$P_r \text{ (uomo)} = 0{,}045\ P^{0{,}79}\ .$$

Il significato fisiologico di questa diversità di K nelle diverse specie risulta più chiaro con il seguente sviluppo. È noto che il filtrato glomerulare per minuto (C) è nelle più diverse specie eguale a [11]:

(7) $$C = 0{,}029\ P^{0{,}77}\ .$$

È inoltre da ritenere, come si è detto sopra, che il filtrato glomerulare sia, in ciascuna specie, direttamente proporzionale al peso del rene:

$$C \text{ (ratto)} = \alpha_r\ P_r$$

$$C \text{ (uomo)} = \alpha_u\ P_r$$

TABELLA I.

Peso animale g	Peso intestino g	Kcal introdotte per 24 ore	Peso del rene g	Kcal eliminate 24 ore	Kcal accumulate 24 ore	Aumento peso fresco 24 ore g
20	2,0	9,52	0,285	7,82	1,70	1,08
30	2,7	12,85	0,38	10,43	2,42	1,54
50	3,8	18,10	0,56	15,36	2,74	1,75
100	6,3	30,00	0,98	26,9	3,10	1,98
150	8,3	39,50	1,34	36,8	2,70	1,72
200	10,1	48,00	1,68	46,1	1,90	1,21
250	11,8	56,00	2,00	54,9	1,10	0,70
300	13,4	63,60	2,30	63,1	0,50	0,32
350	15,0	71,40	2,60	71,4	0,00	0,00

Se per semplicità ammettiamo che gli esponenti della (3 *bis*), (4 *bis*) e (7) siano eguali, dalle espressioni sopra indicate si ricava:

$$\alpha_r = \frac{0{,}029}{0{,}027} = 1{,}08 \text{ ml/min}$$

$$\alpha_u = \frac{0{,}029}{0{,}045} = 0{,}65 \text{ ml/min}\,.$$

I suddetti valori di « α » rappresentano il filtrato glomerulare per g di rene e per minuto e sono molto diversi nel ratto e nell'uomo; quelli qui calcolati, inoltre, corrispondono abbastanza bene a quelli verificati sperimentalmente [12]. La diversità dei valori di « K », quindi, delle formule (3 *bis*) e (4 *bis*) rispecchiano la diversa efficacia filtratoria per g di rene nel ratto rispettivamente nell'uomo e la differenza è tale che il filtrato glomerulare per uno stesso valore della potenza del peso corporeo rimane costante nelle diverse specie di Mammiferi omotermi.

In conclusione, dalla esposta elaborazione sembrerebbe di poter concludere che, almeno nei Mammiferi omotermi, il metabolismo distruttivo è una funzione di una potenza del peso corporeo, il cui esponente si avvicina a quello caratteristico del consumo di ossigeno dell'adulto, mentre l'esponente del metabolismo costruttivo è inferiore al precedente; ciò determina la caratteristica curva sigmoide dell'accrescimento.

Questo fatto ci dà inoltre la ragione funzionale della allometria nello sviluppo ponderale del rene da una parte e dell'intestino dall'altra, in quanto

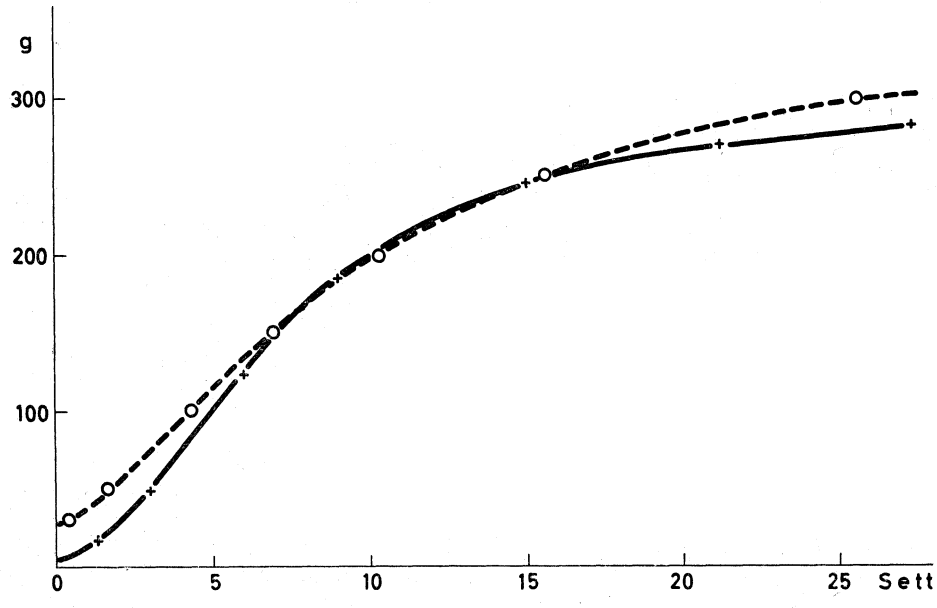

Fig. 3. – Curva di accrescimento del peso corporeo in g (ordinate) in funzione del tempo in settimane (ascisse). ×——× curva sperimentale; o———o curva calcolata.

il primo è adibito essenzialmente allo smaltimento dei prodotti di rifiuto e il secondo all'assorbimento degli alimenti.

Appare infine dalla suddetta elaborazione che presumibilmente in tutti i Mammiferi omotermi, il filtrato glomerulare, nel corso dello sviluppo, è proporzionale direttamente al peso del rene.

BIBLIOGRAFIA.

[1] H. H. DONALDSON, *The Rat*, «Memoirs of the Wistar Institute of Anatomy and Biology», N. 6 (1924).
[2] V. CAPRARO, F. MARRO e G. MAZZEO, «Boll. Soc. It. Biol. Sper.», *33*, 119 (1957).
[3] L. v. BERTALANFFY, «Experientia», *4*, 255 (1948).
[4] H. H. DONALDSON, loc. cit.
[5] M. RUBIN, E. BRUCK e M. RAPOPORT, «J. Clin. Invest.», *28*, 1144 (1949).
[6] W. SPECTOR, *Handbook of biological data*, W. B. Saunders Co., Philadelphia e Londra.
[7] H. H. DONALDSON, loc. cit.
[8] E. F. ADOLPH, «Science», *109*, 579 (1949).
[9] H. H. DONALDSON, loc. cit.
[10] H. H. DONALDSON, loc. cit.
[11] E. F. ADOLPH, loc. cit.
[12] M. A. HOLLIDAY e T. J. EGAN, «Nature», *193*, 748 (1962).