

27. Maria GALAMINI LIGORI. — Vitamine e decorso del digiuno nel ratto albino.

Riassunto. — L'A. ha eseguito ricerche sull'azione della somministrazione di vitamine, sull'andamento della curva ponderale di ratti albini maschi adulti durante il digiuno e la successiva rialimentazione con dieta carente di vitamine. Ha osservato che la somministrazione di vitamine non modifica la curva ponderale del digiuno, che aumenta la resistenza degli animali alla rialimentazione con dieta carente di vitamine, che l'usura vitaminica giornaliera da parte dell'organismo è maggiore durante il digiuno che durante la rialimentazione carenzata.

Résumé. — L'auteur a fait des recherches sur l'action que l'administration de vitamines a sur l'allure de la courbe des poids des rats albins, mâles et adultes, pendant le jeûne et la rialimentation successive avec une diète carente de vitamines. Il a observé que l'administration de vitamines n'influe pas sur la courbe des poids pendant le jeûne, que la résistance des animaux augmente pendant la rialimentation avec une diète carente de vitamines, que l'utilisation journalière de vitamines de la part de l'organisme est plus grande pendant la période de jeûne que pendant la rialimentation en carence.

Summary. — The author studied the action of vitamin administration on the weight curve of adult male albino rats during fasting and subsequent feeding with a vitamin-deficient diet. It was observed that the administration of vitamins had no effect on the weight curve during fasting; that it increases the resistance of the animal to subsequent feeding with vitamin-deficient diet; and that the daily vitamin reduction in the organism is greater during the fasting period than during the vitamin-deficient feeding period.

Zusammenfassung. — Die von dem Verfasser durchgeführten Forschungen betreffen die Wirkung von Vitamingaben, sowie den Verlauf der Gewichtskurve von männlichen Albinoratten während des Fastens und nach Wiederaufnahme der Verabreichung von vitaminloser Nahrung. Es wurde beobachtet, dass die Verabreichung von Vitaminen den Verlauf der Gewichtskurve während des Fastens nicht verändert, jedoch die Widerstandsfähigkeit des Tieres nach Wiederaufnahme der Verabreichung

vitaminloser Nahrung vergrößert. Weiterhin wurde festgestellt, dass der tägliche Vitaminverbrauch durch den Organismus während des Fastens grösser ist als nach Wiederaufnahme der vitaminlosen Ernährung.

In passato, per lo studio del metabolismo degli organismi viventi, si è ritenuto utile indagare sui fenomeni metabolici, sulle variazioni del peso e sulle condizioni di benessere dell'uomo e degli animali nello stato di digiuno con sola acqua. Le ricerche di numerosi AA., tra le quali ricordo quelle di LUCIANI e di BENEDICT sull'uomo ⁽¹⁾ hanno fornito sull'argomento dati interessantissimi, i quali, armonicamente riuniti, si può dire, costituiscono una specie di zero fisiologico da tenere presente per gli studi del metabolismo nello stato di alimentazione.

Le ricerche di vari sperimentatori hanno condotto, tra l'altro, alla osservazione che in generale gli animali possono resistere al digiuno con sola acqua fino alla perdita di circa il 40% del proprio peso. Ricerche su animali ad alimentazione monotona hanno dimostrato successivamente che il limite del 40% della perdita del peso iniziale poteva essere superato. Così in ratti alimentati con solo grassi ⁽²⁾, la morte degli animali si osservò dopo una perdita del peso iniziale superiore al 50%. Con la scoperta delle vitamine si dette inizio ad una vastissima serie di lavori, i quali dimostrarono la importanza di questi fattori per i processi del metabolismo intermedio.

Tenendo conto delle precedenti ricerche, ricordate qui soltanto sommariamente, è sembrato interessante indagare quale importanza avessero le vitamine sul decorso del digiuno. Si è pertanto somministrato il complesso delle vitamine idro e liposolubili note durante il digiuno preceduto o non da un periodo di alimentazione con dieta carente di vitamine e si è indagato sugli effetti della somministrazione vitaminica sul decorso della rialimentazione fatta con dieta carente.

Gli esperimenti sono stati eseguiti su ratti albini maschi del peso iniziale di 150-170 g., divisi in 11 gruppi, come sarà più innanzi analiticamente descritto. Durante gli esperimenti furono usate la seguente dieta carente e le seguenti soluzioni vitaminiche.

La dieta carente era così composta:

Caseina priva di fattori liposolubili g 20,7; zucchero g 74,7; miscela salina g 4,6.

Le soluzioni di vitamine idrosolubili e liposolubili erano, rispettivamente, così composte:

Miscela vitaminica idrosolubile: vitamina B₁ g 0,003; vitamina B₂ g 0,0048; vitamina B₆ g 0,003; vitamina PP g 0,024; calcio pantotenato g 0,024; biotina g 0,0024; acido folico g 0,0012; menadione g 0,003; inosite g 0,06; acido paraminobenzoico g 0,06; acido ascorbico g 0,6. Le vitamine sono state sciolte in cm³ 29,1 di acqua a cui si sono aggiunti cm³ 0,3 di una soluzione di colina cloridrato al 10%, pari a g 0,06, e cm³ 0,6 di una soluzione di vitamina B₁₂, pari a gamma 18. Di questa miscela vitaminica si davano per bocca a ciascun ratto cm³ 0,5 pro die.

La miscela delle vitamine liposolubili era così composta:

Acido linoleico (vitamina F) g 6; olio di fegato di merluzzo (vitamine A e D) g 12; alfa tocoferolo (vitamina E) g 0,06.

Di questa seconda miscela si somministravano per bocca pro die a ciascun ratto cm³ 0,03.

Si teneva conto delle variazioni ponderali per ogni ratto per ogni giorno e si faceva poi per ciascun gruppo di ratti la media dei valori ottenuti. Con questi valori medi, riuniti nella tabella n. 1, si costruivano grafici aventi per ascisse i giorni di esperimento e per ordinate il peso degli animali in grammi.

I dati riportati in questa nota sono tutti valori medi.

Durante il digiuno e durante i periodi di rialimentazione o di alimentazione carente, a ciascun ratto si somministravano quotidianamente cm³ 0,3 di olio d'ulivo e cm³ 0,5 di una soluzione di zucchero così composta: zucchero g 0,900; acqua cm³ 30.

RISULTATI SPERIMENTALI

Gli esperimenti eseguiti sono qui riassunti:

I Gruppo: ratti di controllo (diagrammi I e II) Alimentati con dieta carente più vitamine, per 37 giorni, crebbero da g. 158 a g. 232; cioè g. 2 in media al giorno.

II Gruppo: ratti a digiuno con solo vitamine; poi rialimentazione con dieta carente più vitamine (diagramma I):

Il peso iniziale era di g 168. Dopo 5 giorni di digiuno con solo vitamine ed acqua si abbassò a g 119, cioè del 29,1%; rialimentati con la dieta carente più vitamine, il peso aumentò, in un primo periodo di 11

giorni, a g 162, pari a g 3,9 al giorno; poi, per 10 giorni, il peso si mantenne quasi invariato (aumento g 0,3 al giorno). Nei nove giorni di esperimento successivi gli animali crebbero da g 165 a g 187. Complessivamente, l'accrescimento, nei 30 giorni di rialimentazione, fu di g 2,26 al giorno.

III Gruppo: ratti a digiuno senza vitamine; poi rialimentazione con dieta carente; poi dieta carente più vitamine (Diagramma I).

Il peso iniziale era di g 170. In 5 giorni di digiuno senza somministrazione di vitamine, gli animali diminuirono a g 124; cioè del 27%. Rialimentati con dieta carente, in un primo periodo di due giorni, il peso aumentò a g 142, pari a g 9 al giorno; in un secondo periodo di giorni nove diminuì a g 128, pari a —24,7% del peso iniziale. Aggiungendo alla dieta le vitamine, in 20 giorni, aumentarono di g 49, pari a g 2,45 al giorno. Al termine del digiuno morirono tre animali su sei.

IV Gruppo: ratti a digiuno senza vitamine; poi rialimentazione con dieta carente più vitamine (Diagramma I).

Il peso iniziale dei ratti da g 167 diminuì, dopo sei giorni di digiuno senza vitamine, a g 114, cioè del 31,7%; rialimentati, aggiungendo alla dieta le vitamine, in un primo periodo di sei giorni, il peso aumentò a g 156 (g. 6,8 al giorno); in un secondo periodo di 15 giorni aumentò a g 186; l'aumento medio giornaliero complessivo, in 21 giorni, fu di g 3,4 al giorno. Al termine del digiuno morirono tre animali su sei.

V Gruppo: ratti a digiuno con solo vitamine; poi rialimentazione con dieta carente; poi dieta carente più vitamine (Diagramma I).

Il peso iniziale dei ratti, dopo sei giorni di digiuno, durante il quale si somministrarono le vitamine, da 160 g diminuì a g 115, cioè —28,1%. Rialimentati con dieta carente, in due giorni, il peso aumentò a g 134, pari a g 9,5 al giorno; poi gli animali, per 14 giorni, mantennero pressochè invariato il loro peso e, in un terzo periodo di giorni sette, il peso diminuì a g 111, paria a —30% del peso iniziale. Somministrando successivamente le vitamine, in 17 giorni, il peso aumentò a g 184, pari a g 4,3 in media al giorno. Al termine del digiuno morirono due ratti su sei.

VI Gruppo: ratti a digiuno senza vitamine; poi rialimentati con dieta carente (Diagramma I).

Il peso iniziale era di g 154; dopo tre giorni di digiuno senza vitamine, diminuì a g 123, pari a — 20%. Rialimentati con dieta carente, dopo 34 giorni, pesavano g 87, pari a — 43,5%. Al termine del digiuno morirono quattro ratti su 12; gli altri ratti morirono dal 37° al 40° giorno di esperimento, presentando negli ultimi 4-5 giorni di vita i seguenti disturbi: esoftalmo con opacamento della cornea; movimento di maneggio; atteggiamento coatto di rotazione della testa sull'asse longitudinale; incurvamento pronunciato del dorso; gli arti posteriori divaricati e gli anteriori estesi in avanti e divaricati; la testa flessa dorsalmente. Talora gli animali, improvvisamente, con uno scatto brusco, sollevavano gli arti anteriori poggiando sui posteriori come se avessero voluto fare un salto all'indietro e ricadevano poi su di un fianco. Tale sintomatologia da po-

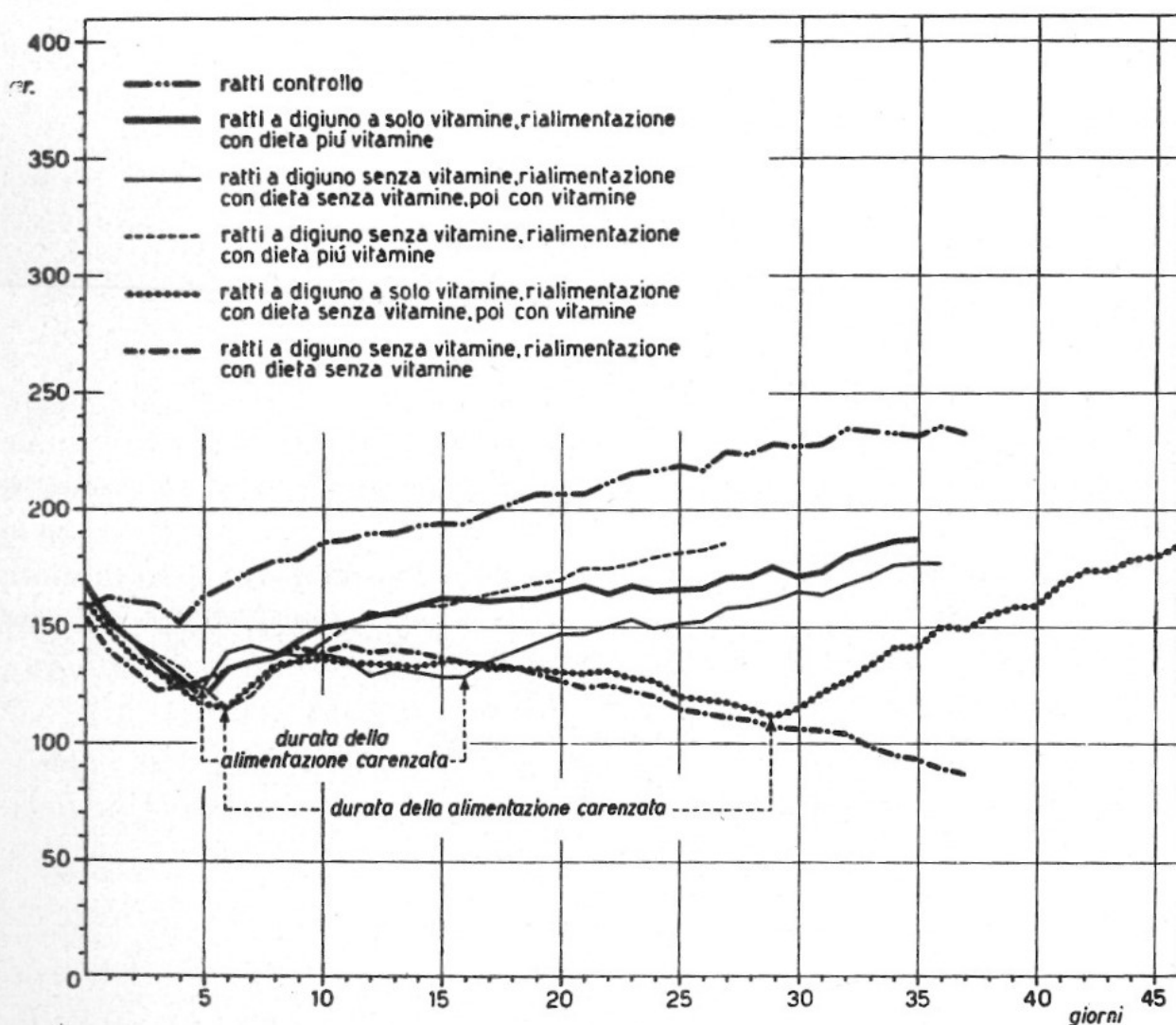


Diagramma 1. - Curve dei valori medi del peso, espresso in grammi, dei gruppi: I, II, III, IV, V e VI.

licarenza vitaminica sembra da riferire precipuamente alla deficienza del gruppo B e, in particolare, della vitamina B₁, nonchè alla deficienza di vitamina A.

VII Gruppo: ratti con dieta carente; poi rialimentazione con dieta carente più vitamine (Diagramma II).

Il peso iniziale era di g 170; dopo 24 giorni di dieta carente, il peso diminuì a g 128, cioè — 24,7%; dopo altri 14 giorni di dieta carente, ma con la somministrazione contemporanea di vitamine, il peso aumentò a g 169, pari a g 3 al giorno (in 20 giorni il 20%).

VIII Gruppo: ratti con dieta carente; poi digiuno senza vitamine; poi rialimentazione con dieta carente più vitamine (Diagramma II).

Il peso iniziale era di g 150; dopo 17 giorni di dieta carente, il peso diminuì a g 146, e, dopo tre giorni di digiuno senza vitamina, a g 125, cioè — 16,66%, tenendo conto del peso iniziale di g 150. Si aggiunse poi alla dieta carente la somministrazione di vitamine e, dopo 26 giorni, il peso aumentò a g 211, pari a g 3,3 al giorno.

IX Gruppo: ratti con dieta carente; poi digiuno senza vitamine; poi rialimentazione con dieta carente; poi dieta carente più vitamine (Diagramma II).

Il peso iniziale era di g 148. Con dieta carente, nei primi 10 giorni, si ebbe un aumento da g 148 a g 155, e, dopo 4 giorni, una diminuzione del peso a g 142; poi, dopo tre giorni di digiuno senza vitamine, si ebbe ancora una diminuzione fino a g 121, pari a — 21,9, calcolando dal peso massimo di g 155. Si somministrò poi la dieta carente, e il peso diminuì a g 113, pari a — 27,1% (sempre calcolando dal peso di g 155). Si somministrò poi la dieta carente, ma con aggiunta di vitamine, per 25 giorni, e il peso aumentò da g. 113 a g 219, pari a g 4,2 al giorno.

X Gruppo: ratti con dieta carente; poi digiuno con vitamine; poi rialimentazione con dieta carente più vitamine (Diagramma II).

Il peso iniziale era di g 142; alimentati con dieta carente, dopo 5 giorni, il peso aumentò a g 151, e, dopo 14 giorni dall'inizio dell'esperimento, diminuì a g 133. Dopo tre giorni di digiuno, ma con somministrazione di vitamine, il peso diminuì a g 113, cioè del 25% del peso iniziale di g 151. Gli animali furono quindi rialimentati con la dieta ca-

rente più vitamine e, dopo 29 giorni, il peso aumentò a g 209, pari a g 3,3 al giorno.

XI Gruppo: ratti con dieta carente; poi digiuno con vitamine; poi rialimentazione con dieta carente; poi dieta carente più vitamine (Diagramma II).

Il peso iniziale era di g 153. Dopo sei giorni di alimentazione con dieta carente, si ebbe un aumento a g 155; dopo altri otto giorni (complessivamente 14 giorni) diminuirono a g 139 (— 10%); poi dopo tre giorni di digiuno, ma con somministrazione di vitamine, il peso diminuì fino a g 121, cioè — 21,9%; poi, con dieta carente, aumentò, in tre giorni, fino a g 140, pari a g 6,3 al giorno. Al 29° giorno di esperimento, sempre somministrando ai ratti dieta carente, il peso era di g 136. Si somministrò quindi la dieta carente, ma con le vitamine in aggiunta, e il peso aumentò, in 17 giorni, a g 195, pari a g 3,4 al giorno.

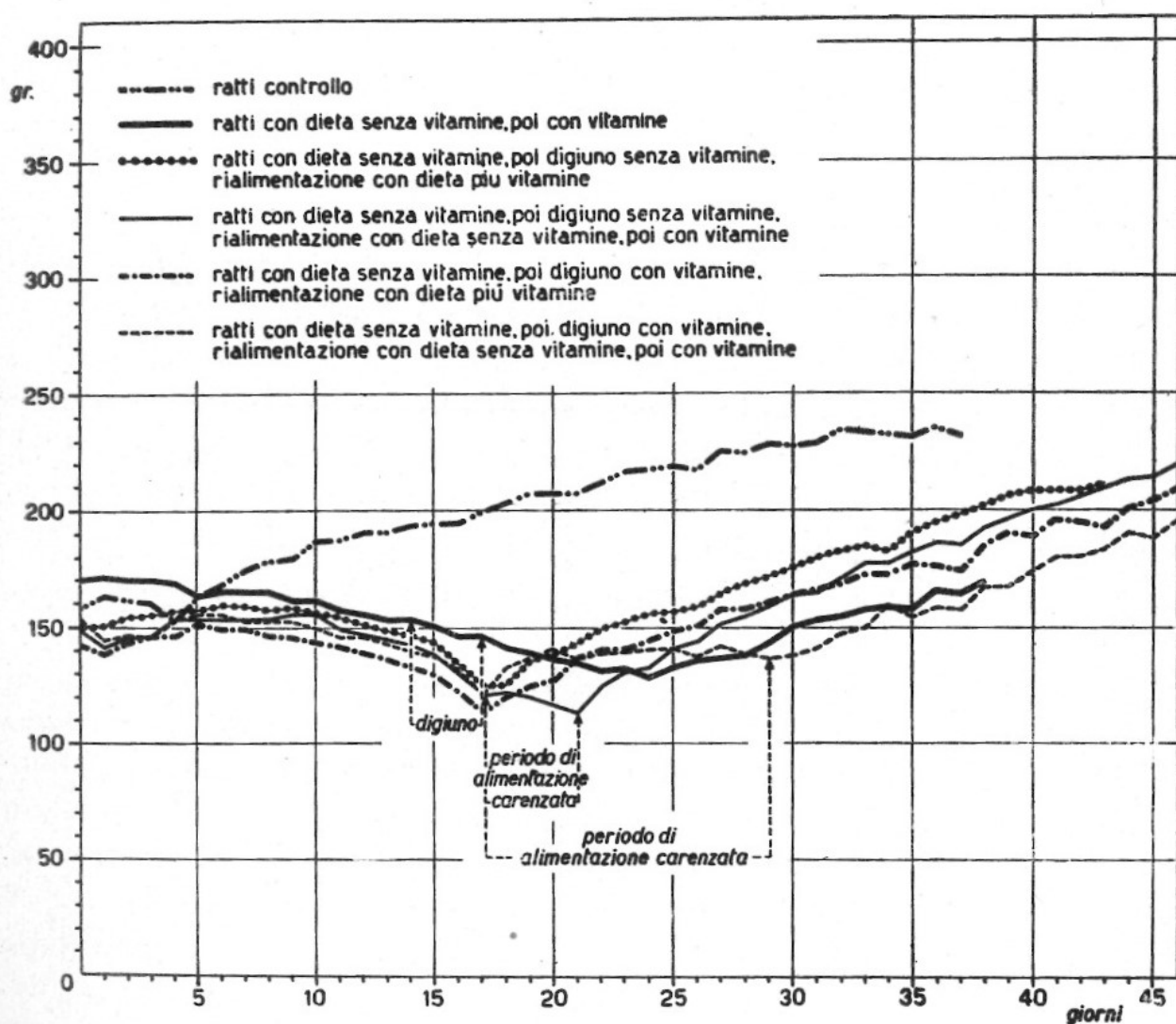


Diagramma 2. - Curve dei valori medi del peso, espresso in grammi, dei gruppi: I, VII, VIII, IX, X e XI.

Esaminando il decorso del digiuno dei Gruppi II, III, IV, V e VI (vedi tabella), si osserva che esso non fu modificato dalla somministrazione di vitamine avendo, evidentemente, importanza predominante, nel determinare la perdita del peso degli animali, l'assenza della ingestione di cibo. Tuttavia è sembrato che la somministrazione di vitamine aumentasse la resistenza al digiuno, perchè la mortalità fu maggiore negli animali che non ebbero vitamine (10 ratti su 24) che negli animali trattati con vitamine durante il digiuno (tre ratti su 12). Differenze degne di nota non si osservarono nemmeno nel decorso della rialimentazione con dieta carente più vitamine in rapporto con la somministrazione o non di vitamine durante il digiuno (vedi gruppi II e IV). Quando, dopo il digiuno, i ratti si rialimentarono con dieta carente di vitamine, si osservarono sempre i seguenti fatti: in un primo periodo di 1-3 giorni il peso degli animali aumentò; poi diminuì gradatamente. La intensità dell'accrescimento ponderale e la successiva più o meno rapida perdita di peso sono in rapporto con la riserva vitaminica presente nell'organismo al termine del digiuno (vedi gruppi II, V e VI). Se si confrontano i gruppi III e V (vedi tabella) si osserva che la diminuzione del 24,7% del peso iniziale, (che fu la perdita del peso raggiunta dagli animali del II gruppo prima di essere rialimentati) si verificò nel gruppo III dopo 11 giorni dal termine del digiuno e che, invece, nel gruppo V la stessa diminuzione di peso, riferita al peso iniziale, ebbe luogo dopo 19 giorni dal termine del digiuno. Ne segue che la somministrazione di vitamine aumentò la resistenza alla dieta carente somministrata dopo il digiuno.

Esaminando ora la curva del peso degli animali del VI gruppo, si nota che essa decorre in modo quasi analogo a quella degli animali del V gruppo, pur essendo stati gli animali del VI gruppo sottoposti ad un digiuno senza vitamine. Il fatto è da attribuire alla minore diminuzione del peso iniziale, raggiunta dagli animali durante il digiuno, la quale fu del 21% anzichè del 27-28%; nel VI gruppo la perdita di peso del 24,7% si ebbe al 22° giorno di rialimentazione carente.

L'aumento del peso durante la rialimentazione con vitamina fu di maggiore entità nel V gruppo anzichè nel III: nel V gruppo l'aumento del peso fu di g 4,3 al giorno nei primi 11 giorni di rialimentazione; nel gruppo III fu di g 2,45. Tale differenza, che è pur notevole, non sembra si possa senz'altro riferire alla sola somministrazione di vitamine durante il digiuno, perchè la rialimentazione fu iniziata nel V gruppo dopo la perdita del 30% del peso iniziale e nel III gruppo dopo la perdita del 24,7% del peso iniziale; ed è noto che l'aumento ponderale è tanto maggiore, nei primi giorni di rialimentazione, quanto più accentuata è stata la perdita del peso durante il digiuno.

Confrontando il comportamento dei ratti dei gruppi VIII e X, i quali furono sottoposti ad alimentazione carente, poi al digiuno, e, successivamente, a dieta carente più vitamine, si osserva che la somministrazione di vitamine, fatta ai ratti del gruppo X durante il digiuno, non ha modificato il decorso della curva del peso degli animali durante la rialimentazione con dieta carente più vitamine, successiva al digiuno. La somministrazione, invece, di vitamine durante il digiuno, successivo ad un periodo di alimentazione con dieta carente, aumentò la resistenza degli animali ad un secondo periodo di alimentazione carente, dimostrandosi così che, durante il digiuno, le vitamine somministrate sono in parte risparmiate dall'organismo. Infatti, confrontando i gruppi IX e XI, si osserva che i ratti del gruppo IX, dopo il digiuno, rialimentati con dieta carente, continuarono praticamente a diminuire di peso: in tre giorni, da g. 120 a g. 113; mentre gli animali del gruppo XI, in tre giorni, aumentarono da g. 120 a g. 140 e poi mantennero pressochè invariato tale peso per nove giorni, fino cioè al momento nel quale furono rialimentati con dieta carente più vitamine. Se, infine, si confronta il comportamento del gruppo VII, che fu posto inizialmente ad alimentazione carente, e che dopo 24 giorni diminuì di peso del 24,7%, con quello del gruppo III, che fu dapprima posto a digiuno e poi ad alimentazione carente, fino alla stessa perdita di peso, si osserva che nel gruppo III detta diminuzione di peso fu raggiunta in 16 giorni e, invece, nel gruppo VII in 24 giorni. Ne segue che i cinque giorni di digiuno, ai fini della carenza vitaminica, equivalsero a 13 giorni di dieta carente; e cioè un giorno di digiuno fu equivalente a giorni 2,6 di alimentazione carentata. A risultato pressochè uguale si giunge se si confronta il comportamento dei gruppi VII e IX, tenendo conto sempre di una uguale perdita del peso e, cioè, della perdita del 25% del peso raggiunto dal VII gruppo dopo 24 giorni di dieta carentata e dal IX dopo 20 giorni, compresi i 3 giorni di digiuno; in questo secondo caso un giorno di digiuno fu equivalente, ai fini della carenza vitaminica, a 2,3 giorni di dieta carente. Sembra, dunque, che, nel decorso dei processi metabolici durante il digiuno, quando l'organismo consuma se stesso, la usura delle vitamine contenute nell'organismo sia più intensa che non durante l'alimentazione carente di vitamine.

L'alimentazione carente esercita di conseguenza un'azione di risparmio sul consumo vitaminico, riducendo la quota giornaliera di usura del tessuto proprio dell'animale, necessaria per i processi metabolici indispensabili alla vita. La somministrazione di vitamine durante il digiuno compensa in maniera maggiore o minore la usura vitaminica mettendo al termine del digiuno l'organismo in condizioni di resistere meglio

ad una successiva rialimentazione carenzata. Inoltre, la usura vitaminica di un giorno di digiuno fu equivalente all'usura di 2,3-2,6 giorni di dieta carenzata, sia quando il digiuno precedette la dieta carenzata, sia quando la seguì; il che fa pensare che la usura vitaminica, durante il digiuno, sia grosso modo indipendente dal fatto che il digiuno senza vitamine abbia inizio ad un diverso livello ponderale.

Concludendo, i fatti osservati nel corso delle presenti ricerche sono i seguenti:

1) La curva ponderale di ratti albinì, durante la rialimentazione con dieta carente di vitamine, dopo digiuno, dipende dalla residua riserva vitaminica dell'organismo;

2) La usura vitaminica nei giorni di digiuno è di circa 2,6-3 volte superiore a quella che si osserva durante la rialimentazione carente di vitamine;

3) La somministrazione di vitamine durante il digiuno aumenta la riserva vitaminica dell'organismo.

Roma — Istituto Superiore di Sanità - Laboratorio di biologia.

BIBLIOGRAFIA

¹⁾ LUCIANI L.: Fisiologia dell'uomo: Vol. V, pag. 18.

²⁾ GALAMINI A.: Boll. Soc. It. Biol. Sper., 9: fasc. 2, (1934).
