



WWW.LATTENDIBILE.IT

# ASSORBIMENTO E **BIODISPONIBILITÀ** **DEL CALCIO** DI LATTE E LATTICINI

Sul valore nutrizionale del Calcio non vi è alcun dubbio.  
Ma comprendere correttamente il significato della biodisponibilità di questo minerale e la sicurezza per la salute di un adeguato consumo di alimenti che ne sono ricchi, come latte e derivati, è di rilevante importanza.

A cura della Redazione



Il **Calcio** è probabilmente il nutriente più studiato in assoluto per la salute umana, nonché il **minerale più abbondante** presente nel corpo umano. Il contenuto totale in un individuo va dai 25-30 g alla nascita fino ai 1.000-1.500 g dell'adulto nutrizionalmente in salute.

Si tratta di un **nutriente essenziale**, pertanto deve essere **introdotto tramite l'alimentazione**, ed è fondamentale sia per la crescita che un corretto sviluppo dell'organismo.

**Lattendibile®**

È LA NEWSLETTER  
DI **ASSOLATTE**  
ASSOCIAZIONE ITALIANA  
LATTIERO CASEARIA

**REDAZIONE**



Via Adige, 20  
20135 Milano  
tel. 02.72021817



Email: [assolatte@assolatte.it](mailto:assolatte@assolatte.it)  
[www.lattendibile.it](http://www.lattendibile.it)



Più del 99% del *Calcio* viene immagazzinato nel **tessuto osseo** e nei **denti** sottoforma di idrossiapatite, il cui ruolo sostanziale è quello di fornire supporto strutturale e rigidità all'apparato muscolo-scheletrico. La restante quota è invece presente sia nei **fluidi corporei** (ad esempio il sangue) che nei **tessuti molli**, dove svolge innumerevoli funzioni sia nei processi metabolici che nella conduzione degli impulsi nervosi a livello muscolare [1].

#### **APPORTO GIORNALIERO: LE RACCOMANDAZIONI DELL'OMS**

L'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) suggerisce un apporto **giornaliero raccomandato (RDI)** di 1000 mg di *Calcio* al giorno per i **giovani adulti** e 1300 mg/die per gli uomini **di età superiore ai 65 anni**, per le **donne** in **postmenopausa** e per i **bambini** di età compresa **tra 9 e 18 anni** [1].

Tale apporto, tuttavia, non è soddisfatto in tutte le parti del mondo. In molti

paesi e territori a basso e medio reddito, una larga percentuale della popolazione, in particolare nelle aree rurali, non assume abbastanza *Calcio* alimentare.

La **Tabella 1** a pagina 3 presenta i dati sull'assunzione giornaliera media di *Calcio* nei rispettivi paesi, insieme alle principali fonti alimentari. In Europa e Nord America, l'assunzione giornaliera è relativamente elevata, con Grecia, Paesi Bassi e Danimarca rispettivamente al primo, secondo e terzo posto, mentre Cina e India (aree rurali e urbane) rappresentano i territori caratterizzati dall'assunzione più bassa, ben al di sotto delle RDI suggerite dall'OMS [1].

#### **COME AVVIENE L'ASSORBIMENTO DEL CALCIO**

Il *Calcio* viene assorbito nel tratto gastrointestinale in forma ionizzata, ovvero come  $Ca^{2+}$ . L'assorbimento intestinale del *Calcio* è un processo essenziale coinvolto nel mantenimento dell'omeostasi di questo nutriente e avviene

attraverso **due distinti meccanismi di trasporto**, come illustrato in Figura 1:

- **Trasporto attivo saturabile trans-cellulare:** ha luogo nel *duodeno* e nel *digiuno superiore*, è **stimolato dalla vitamina D** e consiste in tre passaggi essenziali:
  - **ingresso** del *Calcio* nell'enterocita tramite gradiente elettrochimico positivo;
  - **diffusione** nell'enterocita;
  - **escrezione attiva** dall'enterocita e **captazione** da parte dei vasi sanguigni.
- **Trasporto passivo non saturabile para-cellulare:** avviene principalmente attraverso le **giunzioni strette** delle cellule dell'intestino tenue, presenti nella regione apicale degli enterociti che regolano il trasporto para-cellulare di ioni e molecole. Si tratta di un meccanismo di trasporto **indipendente dalla vitamina D**. La quantità di *Calcio* assorbita in questa modalità **aumenta in seguito all'au-**



#### **Key messages**

I dati mondiali indicano un apporto di *Calcio* alimentare **al di sotto dei valori raccomandati dall'OMS**.

L'assorbimento intestinale del *Calcio* avviene sia per trasporto attivo (via trans-cellulare) che per diffusione passiva (via para-cellulare).

La **coagulazione delle micelle di caseina** nel tubo digerente **favorisce un assorbimento maggiore e graduale del *Calcio* alimentare**.

L'aumentato consumo di latte e derivati latte-caseari per soddisfare il fabbisogno di *Calcio* non produce alterazioni dei lipidi serici (colesterolo totale, LDL e HDL) nell'anziano.

Nazione	Apporto di Calcio (mg/die)	Età	Principale Fonte Alimentare di Calcio
Grecia	1039	35-74	Derivati Latto-Caseari, verdura, cereali e derivati
Paesi Bassi	1033	35-74	Derivati Latto-Caseari, bevande fortificate non alcoliche, cereali e derivati
Danimarca	1011	35-74	Derivati Latto-Caseari, bevande fortificate non alcoliche, cereali e derivati
Canada	973	>25	Latte e derivati latto-caseari
Spagna	972	35-74	Derivati Latto-Caseari, bevande fortificate non alcoliche, cereali e derivati
UK	969	35-74	Derivati Latto-Caseari, dolci, cereali e derivati
Svezia	955	35-74	Derivati Latto-Caseari, bevande fortificate non alcoliche, cereali e derivati
Germania	942	35-74	Derivati Latto-Caseari, bevande fortificate non alcoliche, cereali e derivati
US	934	>19	Derivati Latto-Caseari, frutta, cereali e derivati
Francia	918	35-74	Derivati Latto-Caseari, bevande fortificate e verdura
<b>Italia</b>	<b>808</b>	<b>35-74</b>	<b>Derivati Latto-Caseari, verdura, cereali e derivati</b>
Australia	672	14-25	Latte (intero e a basso contenuto di grassi), formaggi e pane
India (metropolitana)	526	43	Cereali e derivati, latticini e verdura
Cina	369	18-64	Verdura, legumi, cereali e derivati
India (rurale)	269	40	Cereali e derivati, latticini e verdura

**Tabella 1 - Apporto medio giornaliero di Calcio per gli adulti e principali fonti alimentari nei diversi paesi. Appare chiaro come il consumo di latte e altri latticini offra un grande contributo all'assunzione (modificato da [1]).**

mento dell'assunzione di *Calcio*, pertanto, quando l'assunzione è elevata, predomina tale modalità di assorbimento [1, 2].

Un **fattore** estremamente importante che **influenza l'assorbimento del Calcio** è, come sopra anticipato, la sua **concentrazione in uno specifico segmento intestinale**. Tuttavia, prima che possa essere assorbito, il *Calcio* deve essere sciolto in soluzione in forma ionizzata, e questo processo di solubilizzazione e ionizzazione spesso si verifica nell'ambiente acido dello stomaco. Qui, dunque, entra in gioco il fattore pH.

Quando il *chimo* passa dallo stomaco al duodeno, il pH cambia rapidamente passando da un pH altamente acido (pH 1) ad uno quasi neutro (pH 6). Spostandosi verso il colon, il pH intraluminale, ovvero quello del lume intestinale, continua a salire gradualmente raggiungendo livelli alcalini nell'ileo terminale. Nel cieco, il pH torna a scendere verso valori relativamente più acidi (pH ~6,4), raggiungendo pH 7 nel retto.

A causa di questo cambiamento di pH durante il transito gastrico, una certa quantità di *Calcio* tenderà a precipitare lasciando solo una quantità ridotta in forma ionizzata (solubile). Man mano che però gli ioni vengono riassorbiti, una parte di *Calcio* precipitato tornerà via via in soluzione, consentendo così un assorbimento continuo e progressivo del minerale [1, 5].

#### **ASSORBIMENTO E BIODISPONIBILITÀ DEL CALCIO DI LATTE E LATTICINI**

Latte e derivati latto-caseari sono una componente essenziale della dieta di miliardi di persone in tutto il mondo e contribuiscono in modo importante a soddisfare il bisogno nutrizionale di *Calcio*. Ad esempio:

- 100 g di formaggio possono contenere fino a 1 g di *Calcio*;
- 100 g di latte e yogurt ne contengono tra 100 mg e 180 mg;
- 100 g di cereali forniscono solitamente 30 mg.

#### **TUTTA QUESTIONE DI pH**

L'assorbimento del *Calcio* dipende da: **solubilità locale, concentrazione luminale e tempo di permanenza nel segmento intestinale specifico** [4]. Nel complesso, quindi, l'assorbimento del *Calcio* viene regolato dalla concentrazione di *Calcio* ionizzato, dalla velocità di assorbimento del *Calcio* ionizzato e dal tempo di transito del *chimo* attraverso l'intestino.



Altri alimenti come cavolo riccio, broccoli e crescione contengono tra 100 e 150 mg di Calcio per 100 g [6-8]. Anche l'assunzione tramite alimenti e bevande arricchite o integratori alimentari rappresenta una possibile fonte di questo minerale [9].

Data l'importanza del latte e dei latticini come fonte primaria di Calcio nella dieta umana, non sorprende che questa categoria di prodotti sia anche la più studiata in relazione all'assorbimento del Calcio.

Poiché il latte è un prodotto destinato naturalmente al consumo da parte del neonato mammifero, deve essere in grado di fornire Calcio sufficiente in una forma biodisponibile, senza peraltro causare una calcificazione patologica della ghiandola mammaria materna. Considerando il latte bovino come esempio, i requisiti di Calcio e fosfato per sostenere uno sviluppo scheletrico sano del vitello superano di gran lunga quelli che possono essere forniti in for-

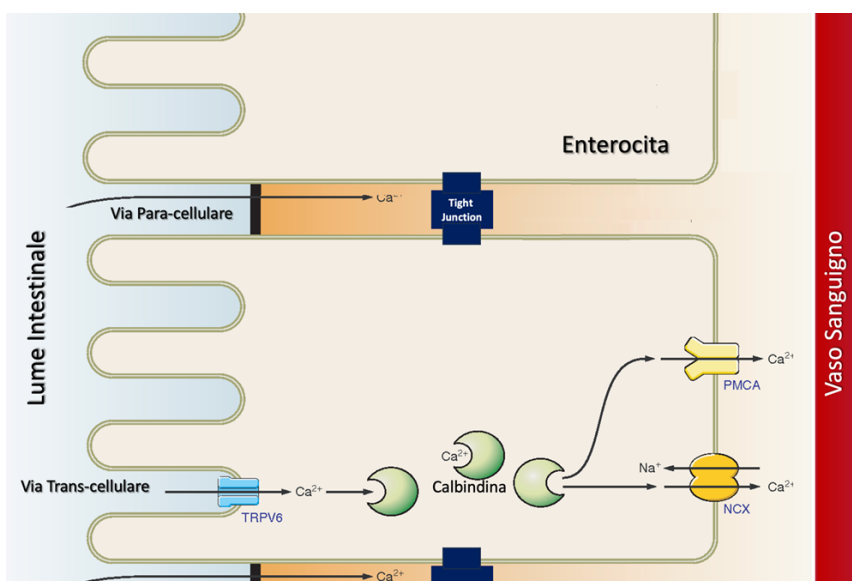
ma solubile. Questo perché i fosfati di Calcio sono solo sali scarsamente a pH neutro [10].

Oltre a questi aspetti di solubilità del Calcio, ciò che fa la differenza per l'assorbimento del prezioso minerale è la presenza delle cosiddette micelle di caseina, colloidali a base proteica che nel latte bovino contengono circa il 70% del Calcio totale e il 50% del fosfato inorganico totale. Il fosfato di Calcio viene letteralmente incapsulato nelle micelle di caseina sotto forma di piccoli nanocluster, con un diametro tipico di 4-5 nm. Una micella di caseina, che contiene diverse centinaia di nanocluster di fosfato di Calcio, oltre a decine di migliaia di molecole di caseina, può quindi essere considerata un vettore proteico per il fosfato di Calcio [96,98].

Oltre ad agire come veicolo di trasporto per Calcio e fosfato per i neonati, le micelle di caseina svolgono anche altri ruoli importanti: nello stomaco degli esseri umani vanno incontro ad una coagulazione enzimatica che porta alla

cagliata gastrica e al successivo transito graduale della frazione di caseina e Calcio presenti nella micella attraverso lo stomaco e quindi l'intestino [1, 11]. Ciò determina un assorbimento graduale (frazionato) del Calcio introdotto tramite alimentazione che, come già detto, viene massivamente assorbito per via para-cellulare con una velocità che dipende dal volume totale di latte assunto.

Recentemente è stato in particolare dimostrato che, nell'intervallo di assunzione di Calcio compreso tra 10 e 200 mg, corrispondenti al massimo ad un bicchiere di latte, si riscontra una buona relazione lineare tra assunzione e quantità di Calcio assorbita. Quando il latte entra in uno stomaco a digiuno viene a contatto con una piccola quantità di succo gastrico già presente, che ha un pH compreso tra 1 e 2. Tuttavia, dato il grande volume di latte rispetto al succo gastrico (ipotizzando il consumo di un bicchiere di latte a stomaco vuoto) e la capacità tampone del latte, il pH gastri-



*Figura 1 - Meccanismo di assorbimento del Calcio a livello intestinale. Il trasporto trans-cellulare avviene tramite canali ionici specifici (TRPV6) la cui attività ed espressione genica viene stimolata dalla Vitamina D, attraverso cui il Calcio entra spinto dalla differenza tra cariche positive e negative. Una volta entrati nell'enterocita, gli ioni Calcio si diffondono con l'aiuto della proteina Calbindina; infine, escono dall'enterocita grazie a trasportatori di membrana (PMCA ed NCX), raggiungono i vasi sanguigni e vengono così condotti in tutto l'organismo. Nella via para-cellulare, invece, il Calcio si diffonde liberamente attraverso le giunzioni strette (Tight Junction) che legano tra loro gli enterociti dell'intestino, con un trasporto influenzato positivamente dalla concentrazione di ioni Calcio nel lume intestinale (modificato da [3]).*

co subirà un rapido aumento raggiungendo valori superiori a 6. A questo punto, parte del fosfato di Calcio presente nelle micelle di caseina si solubilizzerà. In seguito, succhi gastrici e pepsina secreti dallo stomaco riporteranno gradualmente il pH a valori più bassi innescando sia la coagulazione che l'aggregazione delle micelle di caseina, producendo una stabilizzazione della velocità di assorbimento del Calcio e promuovendone l'assorbimento intestinale successivo [12, 13].

In ultima analisi, se si considera che i formaggi rappresentano la forma già coagulata delle micelle di caseina, ecco come tali alimenti possano rappresentare preziose fonti di Calcio ad elevata biodisponibilità intestinale.

### IL CONSUMO DI DERIVATI LATTO-CASEARI NON INCREMENTA IL LIVELLO DI LIPIDI SERICI NELLA TERZA ETÀ

Sebbene mostrino un buon livello di biodisponibilità del Calcio, persiste un rilevante timore nel consumare derivati lattocaseari riconducibile ai presunti rischi cardiovascolari correlati ai grassi presenti in questi alimenti. Ciò, in particolare, assume

rilievo nella popolazione più anziana, chiaramente più esposta a simili condizioni cliniche.

Tuttavia, recenti evidenze scientifiche hanno sottolineato come questa correlazione non sia necessariamente lineare. In particolare, uno studio australiano condotto per 24 mesi su una popolazione di anziani (età mediana di 87,8 anni) ha evidenziato la reale portata degli effetti di un arricchimento adeguato e mirato della dieta con derivati latto-caseari [14]. Nonostante l'aumento significativo nel consumo di latticini (da 1,9 a 3,5 portate al giorno, corrispondenti al 18% dei grassi saturi giornalieri totali), i livelli dei lipidi serici (colesterolo totale, LDL e HDL) non hanno subito variazioni rilevanti, suggerendo che l'aumento del consumo di questi alimenti finalizzato al raggiungimento dei livelli raccomandati di Calcio non influenzi il profilo lipidico in questa particolare popolazione.

Ciò, in conclusione, conferma l'opportunità di una strategia nutrizionale arricchita e finalizzata a ridurre il rischio di fratture e cadute, senza l'aumento concomitante dei temuti rischi da malattia cardiovascolare.



## #105 SETTEMBRE 2024

- Shkemi B, Huppertz T. Calcium Absorption from Food Products: Food Matrix Effects. *Nutrients* 2022;14,180. <https://doi.org/10.3390/nu14010180>
- Bronner F. Recent developments in intestinal calcium absorption. Bronner, F. Recent developments in intestinal calcium absorption. *Nutr Rev.* 2009 Feb;67(2):109-13. doi: 10.1111/j.1753-4887.2008.00147.x.
- Kopic S, Geibel JP. Gastric acid, calcium absorption, and their impact on bone health. *Physiol Rev.* 2013 Jan;93(1):189-268. doi: 10.1152/physrev.00015.2012.
- Duflos C, Bellaton C, Pansu D, et al. Calcium solubility, intestinal sojourn time and paracellular permeability codetermine passive calcium absorption in rats. *J. Nutr.* 1995, 125, 2348-2355.
- Fallingborg J. Intraluminal pH of the human gastrointestinal tract. *Dan. Med. Bull.* 1999, 46, 183-196.
- Johnson RK, Panely C, Wang M. The association between noon beverage consumption and the diet quality of school-age children. *J. Child. Nutr. Manag.* 1998, 22, 95-100.
- Weaver CM, Heaney RP. (Eds.) Calcium in Human Health; Humana Press: Totowa, NJ, USA, 2006.
- Cormick G, Belizan JM. Calcium intake and health. *Nutrients.* 2019 Jul 15;11(7):1606. doi: 10.3390/nu11071606.
- Miller GD, Jarvis JK, McBean LD. The importance of meeting calcium needs with foods. *J Am Coll Nutr.* 2001 Apr;20(2 Suppl):168S-185S. doi: 10.1080/07315724.2001.10719029
- Neville MC. Calcium secretion into milk. *J. Am. Coll. Nutr.* 2001 Apr;20(2 Suppl):168S-185S. doi: 10.1080/07315724.2001.10719029
- Huppertz T, Chia LW. Milk protein coagulation under gastric conditions: a review. *International Dairy Journal* Volume 113, February 2021, 104882.
- LeGraët Y, Gaucheron F. pH-induced solubilization of minerals from casein micelles: Influence of casein concentration and ionic strength. *J. Dairy Res.* 1999, 66, 215-224.
- Gao KP, Mitsui T, Fujiki K, et al. Effect of lactase preparations in asymptomatic individuals with lactase deficiency--gastric digestion of lactose and breath hydrogen analysis. *Nagoya J Med Sci.* 2002 May;65(1-2):21-8.
- Iuliano S, Hare DL, Vogrin S, et al. Consumption of Dairy Foods to Achieve Recommended Levels for Older Adults Has No Deleterious Effects on Serum Lipids. *Nutr Metab Cardiovasc Dis.* 2024 Jun 13:S0939-4753(24)00231-X. doi: 10.1016/j.numecd.2024.06.004.

## Lattendibile<sup>®</sup>

È LA NEWSLETTER DI **ASSOLATTE**  
(L'ASSOCIAZIONE ITALIANA CHE RAPPRESENTA LE IMPRESE  
CHE OPERANO NEL SETTORE LATTIERO CASEARIO)

LA NEWSLETTER SI PROPONE COME STRUMENTO D'INFORMAZIONE  
SULLE TEMATICHE LEGATE A LATTE YOGURT FORMAGGI E BURRO  
DAL PUNTO DI VISTA NUTRIZIONALE, CULTURALE, STORICO,  
ECONOMICO, NORMATIVO E DI SICUREZZA ALIMENTARE.

DIRETTORE EDITORIALE: **ADRIANO HRIBAL**

COORDINAMENTO EDITORIALE: **CARMEN BESTA**

## Lattendibile<sup>®</sup>

SI AVVALE DELLA COLLABORAZIONE DI UN  
COMITATO SCIENTIFICO:

### **DOTTOR UMBERTO AGRIMI**

DIRETTORE DEL DIPARTIMENTO DI SANITÀ  
PUBBLICA VETERINARIA E SICUREZZA  
ALIMENTARE - ISTITUTO SUPERIORE DI SANITÀ

### **DOTTOR SILVIO BORRELLO**

GIÀ DIRETTORE GENERALE DELLA SANITÀ  
ANIMALE, MINISTERO DELLA SALUTE

### **DOTTOR MAURIZIO CASASCO**

PRESIDENTE DELLA FEDERAZIONE MEDICO  
SPORTIVA ITALIANA, PRESIDENTE EFSMA

### **PROFESSOR PAOLO DE CASTRO**

ORDINARIO DI ECONOMIA E POLITICA AGRARIA  
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

### **AVVOCATO MASSIMILIANO DONA**

PRESIDENTE UNIONE NAZIONALE CONSUMATORI

### **PROFESSOR LORENZO MORELLI**

ORDINARIO IN "BIOLOGIA DEI MICRORGANISMI"  
UNIVERSITÀ CATTOLICA DEL SACRO CUORE,  
PIACENZA

### **PROFESSOR ERASMO NEVIANI**

DOCENTE DI MICROBIOLOGIA DEGLI ALIMENTI  
PRESSO LA FACOLTÀ DI SCIENZE E TECNOLOGIE  
ALIMENTARI DI PARMA

### **PROFESSOR LUCA PIRETTA**

DOCENTE DI NUTRIZIONE UMANA UNIVERSITÀ  
CAMPUS BIOMEDICO DI ROMA

LA **RISTAMPA** DELLE INFORMAZIONI CONTENUTE IN  
QUESTA NEWSLETTER È CONSENTITA E GRATUITA  
A CONDIZIONE CHE SI INDICHI LA FONTE.

PROGETTO GRAFICO  
**CARMEN BESTA**

**ASSOLATTE**  
**REDAZIONE LATTENDIBILE**



Via Adige, 20  
20135 Milano



Tel. 02.72021817  
Fax 02 72021838



assolatte@assolatte.it  
www.lattendibile.it