



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO
FACOLTÀ DI SCIENZE AGRARIE E ALIMENTARI

**Corso di Laurea magistrale in
Alimentazione e Nutrizione Umana**

**Dieta vegana: analisi dei nutrienti critici
e delle strategie compensative**

Relatrice: Prof.ssa Stefania Recalcati
Correlatore: Prof. Gaetano Cairo

Studentessa: Elena Maria Marcoz
Anno accademico: 2024 – 2025

A Pietro e Estelle, che hanno reso possibile questo percorso
A Mattia, che mi ha sostenuto, incoraggiato, supportato in ogni singolo passo
Ai miei genitori Silvia e Nini, a cui devo tutto
A mia zia Giovanna e a mia nonna Elade, senza cui non sarei la persona che sono oggi
A mio fratello Enrico, che dovrei ascoltare più spesso
A Chivas, Pastis, Aska, Maya e Stella, insostituibili compagni

Indice

Riassunto.....	7
Introduzione e scopo	11
Materiali e Metodi.....	17
Analisi dei risultati	19
I. Macroelementi	19
1) <i>Proteine</i>	19
2) <i>Lipidi: acidi grassi essenziali</i>	24
II. Microelementi	29
1) <i>Minerali</i>	29
2) <i>Vitamine</i>	44
III. Stati fisiologici particolari.....	48
1) <i>Gravidanza e allattamento.....</i>	49
2) <i>Infanzia e adolescenza.....</i>	53
3) <i>Età anziana</i>	60
4) <i>Atleti</i>	62
Discussione	69
Conclusione	72
Bibliografia e sitografia	75

Riassunto

La dieta vegana è un regime alimentare che esclude tutti i prodotti di origine animale, quali carne, pesce, uova, miele, latte e derivati, e attinge nutrienti ed energia solo da alimenti di origine vegetale.

La rilevanza di questo tipo di scelte alimentari è indicata dai rapporti Eurispes, che evidenziano come la percentuale di italiani che seguono una dieta vegana sia in aumento: nel 2025 il 2,9% della popolazione italiana si dichiara vegana, tale percentuale potrebbe sembrare contenuta, ma si inserisce in un trend in forte crescita (dato più che quadruplicato rispetto al 2014).

I regimi vegani vengono adottati principalmente per motivazioni etiche, ambientali e di salute; per risultare adeguati a perseguire quest'ultimo obiettivo, devono essere (come qualunque regime alimentare) equilibrati. Pianificare una dieta vegana implica attingere ad una grande varietà di alimenti, tuttavia l'esclusione dei prodotti di origine animale richiede necessariamente alcune valutazioni ulteriori per garantire un adeguato apporto di nutrienti.

Scopo del presente lavoro è approfondire le criticità imputate ai regimi vegani, in particolare si propone una disamina della letteratura esistente per valutare se vi siano effettivi aspetti critici o se siano sufficienti alcune accortezze per definire un regime 100% vegetale che sia completo ed equilibrato.

A partire dalla documentazione predisposta dalla Società Italiana di Nutrizione Umana (SINU), sono stati individuati i nutrienti su cui occorre focalizzare l'attenzione in una dieta plant-based. La disamina della letteratura esistente si è svolta interrogando banche dati internazionali (Pubmed e Scopus), utilizzando stringhe di ricerca specifiche. I lavori così individuati sono stati sottoposti ad un primo screening in base alle informazioni contenute nel titolo e nell'abstract, per comprenderne la pertinenza e la rilevanza ai fini della presente ricerca, si è quindi provveduto all'analisi dell'articolo per estrarne i contenuti di interesse. Sono stati inclusi sia studi sperimentali sia studi osservazionali (di coorte e casi-controllo).

La SINU (2018) individua nei seguenti aspetti le principali criticità di un'alimentazione 100% vegetale:

- Proteine: la digeribilità delle proteine vegetali è inferiore a quella delle proteine animali; dalle evidenze emerge l'opportunità per i vegani di combinare gruppi alimentari diversi, aumentare l'apporto proteico e ottimizzare la biodisponibilità degli amminoacidi attraverso la lavorazione o i comuni metodi di preparazione.
- Acidi grassi essenziali omega-3: contenuti in quantità adeguate rispetto al fabbisogno solo in alcuni prodotti di origine vegetale; i vegani devono prestare attenzione alla presenza di tali alimenti (ad esempio l'olio di semi di lino) nella loro dieta.
- Calcio: l'assorbimento di questo minerale, se assunto da fonti vegetali, può essere compromesso dalla presenza di altre sostanze, quali ossalati e fitati; per migliorare la biodisponibilità del calcio di origine vegetale è possibile ricorrere a metodologie di preparazione e di cottura ed è opportuno che i vegani consumino quotidianamente alimenti ricchi di calcio.
- Zinco: l'assorbimento di questo minerale, se assunto da fonti vegetali, può essere compromesso dalla presenza di chelanti aspecifici, in particolare dei fitati; incrementare l'apporto di alimenti ricchi di zinco può essere una valida strategia per evitare situazioni di carenza, peraltro rare e associate principalmente a malnutrizione grave e problemi di assorbimento.
- Ferro: quello di origine vegetale è quasi esclusivamente della tipologia non-eme, che è assorbito in modo poco efficiente; i vegani dovrebbero assumere quantità di ferro superiori a quelle raccomandate per gli onnivori ($\times 1,8$) e migliorare la biodisponibilità del ferro con metodi comuni di cottura e preparazione e associandone l'assunzione ad alimenti ricchi di acido ascorbico.
- Vitamina B12: nessun alimento di origine vegetale ne rappresenta una fonte significativa; i vegani non possono esimersi dall'utilizzo di integratori.

Particolari attenzioni vanno, inoltre, riservate a fasi della vita o situazioni caratterizzate da incremento o variazione nella richiesta di energia e nutrienti, come la gravidanza, l'allattamento, l'infanzia, l'adolescenza, l'età anziana e la pratica sportiva.

Dalle analisi effettuate emerge come la letteratura sulla dieta vegana sia ampia e in aumento, a testimonianza ulteriore dell'interesse e della rilevanza crescente del tema. Se esistono numerose evidenze circa nutrienti a cui è necessario prestare attenzione, si evidenzia anche come emerga la relativa facilità con cui è possibile gestire tali aspetti.

Si evidenzia, però, un forte limite della letteratura esistente, che consiste nel numero contenuto di studi sperimentali aventi ad oggetto la dieta vegana. Spesso, infatti, gli studi disponibili sono di tipo osservazionale e i pochi trial prendono in esame i regimi vegetariani, dove i vegani rappresentano spesso solo un sotto-campione molto ridotto.

Questi aspetti rendono difficile generalizzare i risultati ad una popolazione più ampia.

In attesa di ulteriori trials, dedicati nello specifico ai regimi 100% vegetali, le attuali conoscenze mostrano, comunque, che con poche accortezze è possibile adottare un regime vegano completo ed equilibrato. Alla luce di tali evidenze, sarebbe interessante progettare studi sperimentali applicando la dieta vegana anche in contesti specifici (mense aziendali, scolastiche, ospedalieri) e valutarne la sostenibilità in tema di costi e benefici.

Introduzione e scopo

La Società Scientifica di Nutrizione Vegetariana¹ inquadra l'alimentazione a base vegetale distinguendo tra diverse tipologie di regimi, evidenziando come la letteratura scientifica tenda ad utilizzare il termine “vegetariano” per includere:

- la dieta latto-ovo-vegetariana (LOV), basata principalmente su alimenti di origine vegetale, quali cereali, legumi, verdura, frutta, frutta secca e semi oleaginosi, alghe. Questa variante prevede anche il consumo di cibi animali indiretti, cioè uova, latte e derivati, mentre sono esclusi tutti i tipi di pesce, carne e derivati;
- la dieta latto-vegetale (LV), simile alla precedente ma con l'esclusione delle uova. Gli unici alimenti di origine animale consumati sono latte e derivati;
- la dieta vegana (VEGAN o 100% vegetale), esclude ogni alimento di origine animale (carne, pesce, molluschi, uova, miele, latte e derivati).

La rilevanza della diffusione di questi regimi è ben evidenziata dal 37° Rapporto Italia (Eurispes, 2025) da cui emerge come la maggioranza degli italiani interpellati si dichiari onnivora (90,5%), mentre il 6,6% affermi di essere vegetariano ed il 2,9% vegano. Nel complesso, dunque, il 9,5% della popolazione oltre i 18 anni non mangia né carne né pesce, mentre quasi il 3% della popolazione esclude completamente i prodotti di origine animale dalla tavola. Vegetariani e vegani sono più presenti nel Nord-Est 12,2% e nelle Isole (15,4%) e si registra una maggiore propensione delle donne verso queste tipologie di alimentazione.

Il trend di coloro che si dichiarano vegetariani è in lieve flessione rispetto all'anno precedente, ma con valori in crescita dal 2017 in poi. Risultano invece in netto aumento i vegani. Negli ultimi anni (dal 2014), si può considerare la percentuale del 2-3% di vegani in Italia come un valore consolidato nella popolazione, con un trend in notevole crescita: tra il 2014 e il 2025 il campione vegano rilevato si è quasi quintuplicato.

Le motivazioni alla base della scelta di un'alimentazione che esclude i prodotti di origine animale sono riconducibili a 3 principali direttive: etica, ambiente e salute.

¹ La Società Scientifica di Nutrizione Vegetariana - SSNV, è un'associazione non-profit fondata nel 2000 e costituita da professionisti, studiosi e ricercatori in diversi settori (Nutrizione, Medicina e settori connessi, Ecologia della nutrizione ed impatto ambientale, Giurisprudenza) favorevoli alla nutrizione vegetariana e competenti sui differenti aspetti delle diete a base di cibi vegetali (c.d. plant-based diets, plant-based nutrition).

La motivazione etica si basa sulla scelta di rispettare la vita di ogni essere animale, evitando di contribuire alla messa in atto di pratiche di sfruttamento e uccisioni non necessarie (Jaiswal e Shrivastava, 2024). In particolare chi segue un regime vegano non necessariamente professa un sentimento di amore verso tutti gli animali, ma in genere dichiara di ritenere la vita di un essere vivente più importante rispetto all'appagamento del senso del gusto, appagamento che può essere raggiunto attingendo alle ormai numerosissime alternative vegetali presenti sul mercato, con vantaggi anche in termine di salute (Foer, 2009). Sono numerosi i giornalisti e le associazioni (quali Animal Equality, PETA, Essere Animali) che su base quotidiana riportano gli abusi che si verificano negli allevamenti intensivi, evidenziando come non siano disponibili risorse pubbliche sufficienti a garantire controlli efficaci, al punto che le violazioni del cosiddetto "benessere animale" non sono più considerabili come eccezioni, ma come routine (Innocenzi, 2017). La scelta del singolo può non essere considerata come sufficiente a cambiare lo status quo, ma, come evidenzia la percentuale di vegani in crescita, è in aumento il numero di coloro che si rifiuta di finanziare, sia pure indirettamente, questi abusi.

A livello ambientale, è dimostrato come la produzione di proteine di origine vegetale richieda un minor utilizzo di terreno, acqua ed energia, rispetto alla produzione di proteine di origine animale (Lynch et al, 2018). L'allevamento, a parità di massa di prodotti ottenuti, richiede in generale molti più input rispetto all'agricoltura (Carlsson-Kanyama et al., 2003).

Il "Food system impacts on biodiversity loss" (2021), noto come Chatham House² report, evidenzia come la scelta di un'alimentazione plant-based sia ad oggi considerata tra le strategie più efficaci per ridurre i gas responsabili del surriscaldamento climatico, cosiddetto "effetto serra" (Gudmannsdottir et al., 2025), e contrastare la perdita di biodiversità. Dal report emerge infatti come le specie si stiano estinguendo oggi ad una velocità superiore rispetto a quanto sia mai avvenuto negli ultimi 10 milioni di anni.

L'industria zootecnica mondiale è il principale responsabile di questo trend. Negli ultimi 50 anni, si è, infatti, assistito alla conversione di sempre più ecosistemi naturali in terreni agricoli, dedicati al pascolo o alla coltivazione di cereali destinati alla produzione di

² Chatham House è il nome con cui viene comunemente indicato il Royal Institute of International Affairs, centro di studi britannico, tra i più accreditati a livello mondiale, inaugurato nel 1920 con l'obiettivo di studiare e proporre soluzioni per far fronte alle sfide di carattere internazionale.

mangime, con evidente perdita di biodiversità. Proprio l'allevamento intensivo è, quindi, una delle cause principali alla base del problema della deforestazione, basti pensare che l'88% delle aree deforestate in Amazzonia è destinato ai pascoli e alla produzione di mangime. Dopo aver deforestato, inoltre, nella gran maggior parte dei casi, il terreno (non adatto per queste pratiche agricole) diventa sterile in meno di una decina d'anni, rendendo necessario bruciare altre aree. Lo sfruttamento di terreni inadatti a certe coltivazioni ha determinato, quindi, il loro impoverimento e la desertificazione di numerose aree. Questo fenomeno abbatte la capacità produttiva richiedendo ulteriori interventi intensivi per rispondere alla crescente domanda, quali l'impiego di fertilizzanti, pesticidi, importanti quantità di acqua ed energia, l'utilizzo di monoculture. Si tratta di scelte con importanti ripercussioni: la varietà dei paesaggi e degli ecosistemi diminuisce drasticamente e vengono spazzati via gli habitat naturali di moltissimi animali e piante. Sempre le scelte alimentari dei consumatori sono risultate essere le principali responsabili del cambiamento climatico, che a sua volta costringe molte specie a dover abbandonare territori non più idonei a garantire la loro sopravvivenza. La competizione che si instaura tra specie diverse nei limitati territori rimasti disponibili e il sempre più ravvicinato contatto con l'uomo crea le condizioni ideali per lo sviluppo di nuove emergenze sanitarie. Le scelte alimentari, infatti, incidono sull'ambiente in misura maggiore rispetto all'energia utilizzata e ai trasporti. La popolazione mondiale supera gli 8 miliardi di individui, l'impatto dell'alimentazione sul clima e, in particolare, sulle emissioni legate al riscaldamento climatico, è rilevante e le diete plant-based consentono di minimizzarlo (Rosi et al., 2017). Modificare i comportamenti alimentari, inoltre, è un'azione che ogni singolo individuo può implementare nell'immediato, a differenza di cambiamenti nelle fonti energetiche e nelle modalità di trasporto che spesso richiedono interventi politici (Benton et al., 2021). Si stima che per produrre 1kg di carne servano circa 15kg di cereali, anche per questo gli allevamenti sono definiti da alcuni autori come "fabbriche di proteine alla rovescia", nel senso che consumano più risorse di quante ne producano. Infatti, la trasformazione da vegetale ad animale genera sprechi, convertendo grandi quantità di proteine vegetali (mangimi) in quantità relativamente minori di proteine animali (carne, latte, uova). Questo processo è inefficiente e richiede molte risorse (terra, energia, acqua - produrre cibo animale richiede, in media, da 3 a 50 volte più acqua rispetto a produrre cibo vegetale) e produce una notevole quantità di rifiuti e inquinamento (Lappé, 2021).

Come evidenziato anche dal rapporto SOFA (State Of Food and Agriculture), pubblicato dalla FAO nel 2024, non sempre i consumatori percepiscono il reale costo ambientale degli alimenti che acquistano. Non sempre, il consumatore è, infatti, a conoscenza del fatto che a coltivazione di vegetali, destinati in misura crescente alla produzione di mangimi, richiede questi elevatissimi consumi di suolo, energia e acqua. E, come già evidenziato, un incremento del suolo disponibile è spesso ottenuto disboscando le foreste nei paesi più poveri e con minori regolamentazioni.

Si pone, infine, anche il problema sociale del “FOOD VERSUS FEED”, si tratta del confronto tra la produzione di mangime per animali da allevamento e la produzione di cibo per umani, considerando, per esempio, che il 90% della soia coltivata al mondo è destinata agli allevamenti. I paesi più ricchi importano acqua e cibo (sotto forma di mangimi o carne) da paesi la cui popolazione fatica ad accedere ad acqua e cibo.

In termini di salute, sono ormai molteplici le evidenze del fatto che una dieta vegana bilanciata fornisce vantaggi per il nostro benessere, aiutando a perdere peso laddove necessario, riducendo l'incidenza di cancro e riducendo la mortalità per ogni causa, aiutando a prevenire malattie cardio-metaboliche grazie alla riduzione dei livelli di colesterolo LDL, della glicemia e dell'adiposità (Selinger et al. 2022).

In modo particolare, sono numerose le pubblicazioni che hanno evidenziato i benefici di una dieta a base vegetale nel ridurre i fattori di rischio per le patologie cardio-vascolari (Dybvik et al., 2023 e Koutentakis et al., 2023), tra queste si annoverano anche recenti studi sperimentali (Landry et. al, 2023), anche se la maggior parte dei dati disponibili in questo ambito deriva da studi di coorte.

Ad evidenziare ulteriormente la rilevanza e l'attualità del tema sono le posizioni di alcune delle più importanti società scientifiche:

- Academy of Nutrition and Dietetics (2016)

“E' posizione dell'Academy of Nutrition and Dietetics che le diete vegetariane correttamente pianificate, comprese le diete totalmente vegetariane o vegane, sono salutari, nutrizionalmente adeguate e possono apportare benefici per la salute nella prevenzione e nel trattamento di alcune patologie. Queste diete sono adatte in tutti gli stadi del ciclo vitale, inclusi la gravidanza, l'allattamento, la prima e la seconda infanzia, l'adolescenza, l'età adulta, per gli anziani e per gli atleti.

Le diete a base vegetale sono maggiormente sostenibili a livello ambientale rispetto alle diete ricche di prodotti di origine animale, in quanto utilizzano quantità inferiori di risorse naturali e sono associate ad un minor danno ambientale.

Vegetariani e vegani hanno un minor rischio di sviluppare determinate condizioni patologiche, tra cui malattie ischemiche cardiache, diabete di tipo 2, ipertensione, alcuni tipi di cancro, e obesità. Il ridotto apporto di grassi saturi e l'elevato consumo di verdura, frutta, cereali integrali, legumi, derivati della soia, frutta secca e semi oleaginosi (tutti alimenti ricchi di fibre e sostanze fitochimiche) rappresentano le caratteristiche delle diete vegetariane e vegane responsabili di una riduzione del colesterolo LDL e di un miglior controllo glicemico. Questi fattori contribuiscono alla riduzione del rischio di sviluppare malattie croniche. I vegani devono, tuttavia, ricorrere a fonti affidabili di vitamina B-12, come alimenti fortificati o integratori.”

- WHO, World Health Organisation – Organizzazione mondiale della sanità (2021)

“Prove considerevoli evidenziano come le popolazioni stiano sempre più adottando diete salutari a base vegetale che riducono o eliminano l'assunzione di prodotti animali e massimizzano gli impatti favorevoli di “One Health” sulla salute umana, animale e ambientale”.

- Dietitians of Canada (2003)

“Dietitians of Canada ritengono che le diete vegetariane adeguatamente pianificate siano salutari, adeguate dal punto di vista nutrizionale e offrano benefici per la salute nella prevenzione e nel trattamento di alcune malattie.”

Ad una dieta vegana equilibrata, completa e ben bilanciata sono quindi riconosciuti importanti benefici (Carvalho et al., 2025). Può, tuttavia, sussistere una difficoltà per il consumatore finale: come ottenere un regime che risponda ai requisiti di equilibrio e completezza?

Se una dieta vegana ben pianificata apporta indiscutibili vantaggi a livello di etica, impatto ambientale e salute (Landry, 2023), l'assenza di una pianificazione adeguata può esporre a rischi e carenze. La Società Italiana di Nutrizione Umana (SINU, 2018) individua nei seguenti aspetti le principali criticità di un'alimentazione 100% vegetale:

- Proteine: la digeribilità delle proteine vegetali è inferiore a quella delle proteine animali;

- Acidi grassi essenziali omega-3: contenuti in quantità adeguate rispetto al fabbisogno solo in alcuni prodotti di origine vegetale;
- Calcio: l'assorbimento di questo minerale, se assunto da fonti vegetali, può essere compromesso dalla presenza di altre sostanze, quali ossalati e fitati;
- Ferro: quello di origine vegetale è quasi esclusivamente della tipologia non-eme, che è assorbito in modo meno efficiente;
- Zinco: l'assorbimento di questo minerale, se assunto da fonti vegetali, può essere compromesso dalla presenza di chelanti aspecifici, in particolare dei fitati;
- Vitamina B12: nessun alimento di origine vegetale ne rappresenta una fonte significativa.

Particolari attenzioni vanno, inoltre, riservate a fasi della vita o situazioni caratterizzate da incremento o variazione nella richiesta di energia e nutrienti.

Il presente elaborato si prefigge di analizzare, sulla base della letteratura esistente, le criticità sopra evidenziate, quindi, i principali aspetti a cui prestare attenzione nella pianificazione di un regime vegano.

Dopo un breve approfondimento sulla metodologia utilizzata, si propone una prima parte dedicata all'approfondimento dei macronutrienti di particolare rilievo nei regimi privi di prodotti di origine animale, ossia proteine e acidi grassi essenziali; una seconda parte tratta i micronutrienti, quindi minerali e vitamine, alla cui assunzione un vegano deve prestare particolare attenzione e una terza parte è incentrata sull'applicazione della dieta vegana a situazioni fisiologiche comuni, quali: gravidanza, allattamento, età infantile, adolescenziale, anziana e pratica sportiva. Ciascun elemento di criticità è analizzato in un'apposita sezione, in cui si evidenzia la rilevanza del nutriente in esame, i rischi connessi ad eventuali deficit e si valutano le possibili strategie per farvi fronte, al fine di comprendere se sia possibile gestire tali criticità in un'alimentazione 100% vegetale con semplici accortezze o se si tratti di reali problemi di difficile gestione.

Le conclusioni evidenziano come la scelta vegana non risulti particolarmente complessa da implementare e come con semplici accortezze sia possibile pianificare un regime completo ed equilibrato.

Materiali e Metodi

Come già evidenziato nell'introduzione, la lista degli aspetti a cui prestare attenzione nel pianificare una dieta vegana equilibrata è stata desunta dal “Documento SINU sulla dieta vegetariana” (2018), dedicato proprio ai regimi plant-based.

La ricerca in letteratura per trovare lavori scientifici che analizzino gli aspetti sopra menzionati è stata eseguita utilizzando due database, Scopus e Pubmed, che sono stati interrogati utilizzando specifiche stringhe. La ricerca su Scopus è stata condotta tramite documenti che presentassero le parole chiave nel titolo, abstract o tra le keyword.

Di seguito si riportano le parole chiave utilizzate per ogni tema:

- Proteine:
 - “protein” AND “vegan” ;
 - “protein” AND “digestibility”;
 - “protein” AND “bioavailability”.

Sono stati esclusi gli articoli incentrati sulla minore biodisponibilità delle proteine indotta dall'assunzioni di specifiche terapie farmacologiche, i paper aventi ad oggetto lo studio sulle proteine utilizzate per nutrire il bestiame e quelli sugli integratori proteici.

- Acidi grassi essenziali omega 3:
 - “omega 3” AND “vegan”;
 - “omega 3” AND “bioavailability”.

Lo spelling “omega 3” è stato variato per effettuare la ricerca anche come “omega-3”.

- Calcio:
 - “calcium” AND “vegan”;
 - “calcium” AND “bioavailability”.

Sono stati esclusi gli articoli aventi ad oggetto lo studio dell'assorbimento del calcio in presenza di trattamenti farmaceutici.

- Zinco:
 - “zinc” AND “vegan”;
 - “zinc” AND “bioavailability”.

Sono stati esclusi gli articoli aventi ad oggetto lo studio dell'assorbimento dello zinco in presenza di trattamenti farmaceutici o patologie.

- Ferro:
 - “iron” AND “vegan”;
 - “iron” AND “bioavailability”.
- Vitamina B12:
 - “B12” AND “vegan”;
 - “vitamin B12” AND “vegan”.

Le stesse banche dati sono state interrogate anche per esaminare tali elementi negli stati fisiologici di gravidanza, allattamento, età infantile, adolescenziale e anziana e negli atleti.

Analisi dei risultati

In questa sezione sono analizzati uno ad uno gli aspetti critici di un regime 100% vegetale. Dopo un accenno alla rilevanza del nutrimento in esame e ai rischi connessi ad una sua carenza, si motiva perché risultato necessario prestarvi attenzione nell'ambito di un'alimentazione vegana. Si propongono, quindi, eventuali strategie disponibili per ovviare al problema, sempre escludendo dalla tavola i prodotti di origine animale. L'analisi è svolta a partire dalle evidenze emerse dalla ricerca bibliografica.

I. Macroelementi

I macroelementi a cui la SINU (2018) ritiene opportuno si presti attenzione nelle diete vegetariane sono le proteine e i lipidi (in particolare gli acidi grassi essenziali della classe omega 3).

1) Proteine

Le proteine sono molecole complesse ottenute a partire da 20 aminoacidi, di cui otto (leucina, isoleucina, lisina, metionina, valina, triptofano, fenilalanina, treonina) sono definiti essenziali, perché il corpo umano non è in grado di produrli autonomamente e devono quindi essere introdotti necessariamente tramite l'alimentazione (nell'infanzia si annoverano a 9 amminoacidi essenziali, è infatti inclusa anche l'istidina).

Rispetto agli altri macronutrienti (carboidrati e lipidi), le proteine si caratterizzano per la presenza di atomi di azoto nella loro struttura. L'azoto introdotto attraverso l'alimentazione viene eliminato principalmente tramite le urine e in parte attraverso sudore e feci. Per mantenere un corretto stato di salute è importante che il bilancio azotato (azoto assimilato vs azoto escreto) sia stabile, con un adeguato apporto di proteine alimentari.

Le proteine sono fondamentali per il nostro organismo, svolgono molteplici funzioni essenziali per la crescita, il rinnovamento dei tessuti, il trasporto di nutrienti, il metabolismo cellulare e il funzionamento del sistema immunitario. Sono componenti strutturali di muscoli, pelle, ossa e capelli, e partecipano alla formazione di enzimi, ormoni e anticorpi (Seniga, 2024).

Una carenza proteica può comportare una serie di rischi per la salute, tra cui atrofia muscolare, indebolimento del sistema immunitario, arresto o ritardo nella crescita nei bambini, potenziali danni a organi vitali, come fegato e reni, problemi a livello di capelli, pelle e unghie, problemi di concentrazione ed edemi (ad esempio nella sindrome infantile chiamata Kwashiorkor).

La qualità proteica è valutata a partire da due aspetti principali: composizione in amminoacidi essenziali (è rilevante sia la loro presenza sia la proporzione in cui si trovano) e biodisponibilità (Tome, 2012). E proprio nella quantità e qualità delle proteine tendono a differire i prodotti di origine animale e di origine vegetale (Ismail et al., 2020).

La biodisponibilità proteica, ossia la quota di aminoacidi essenziali effettivamente digeribile e disponibile per l'assorbimento da parte dell'organismo (Wolfe et al. 2016), varia in modo significativo tra le fonti animali e vegetali (Soh et al., 2005). Le proteine di origine animale mostrano un'assimilazione generalmente superiore e tendono a caratterizzarsi per una composizione amminoacidica completa e per un'elevata digeribilità (Kashyap et al., 2024) . Le proteine di origine animale, inoltre, sostengono in modo più efficace la sintesi proteica muscolare e aumentano più rapidamente i livelli plasmatici di aminoacidi essenziali rispetto alle fonti vegetali. Infatti, la sintesi proteica sarà limitata dalla mancata disponibilità di uno qualsiasi degli aminoacidi essenziali, mentre una mancanza di un aminoacido non essenziale può essere compensata da un'aumentata produzione. La tipologia di fonte proteica non incide, però, sulla variazione assoluta della massa magra né sulla forza muscolare, sebbene si rilevi una correlazione positiva tra l'assunzione di proteine di origine animale e la percentuale di massa magra, soprattutto nei giovani (Lim et al., 2021).

In particolare, analisi condotte sui cosiddetti “ounce-equivalent” alimentari hanno evidenziato come porzioni equivalenti di carne di maiale o uovo forniscano significativamente più aminoacidi essenziali ed elevata biodisponibilità postprandiale rispetto a fagioli neri o mandorle, sia in giovani sia in anziani (Connolly et al., 2023). Si evidenzia, però, come svariati autori sottolineino oggi l'importanza di non considerare gli alimenti uno ad uno, ma di prendere in esame l'insieme dei cibi che costituiscono l'alimentazione quotidiana. In particolare, un recente trial condotto su giovani maschi sani, ribadisce come sia utile combinare proteine derivanti da cereali e legumi per ottenere un effetto analogo a quello delle proteine di origine animale, in termini di

sostegno della sintesi proteica. Nello specifico, lo studio ha evidenziato che assumere 30 g di una miscela proteica di origine vegetale, che combina proteine derivate da grano, mais e piselli, non limiterebbe i tassi di sintesi proteica muscolare rispetto all'assunzione di una quantità equivalente di proteine di origine animale di alta qualità, confermando, quindi, che le proteine vegetali opportunamente combinate tra loro (come miscele di legumi e cereali) possono compensare i limiti naturali delle singole fonti vegetali e avvicinarsi ai risultati anabolici sostenuti dalle proteine di origine animale (Pinckaers et al., 2023). Gli stessi autori, in uno studio successivo condotto su anziani, evidenziano, tuttavia, come l'assunzione di un pasto a base di alimenti integrali e carne di manzo supporti la sintesi proteica muscolare postprandiale in misura significativamente maggiore rispetto all'assunzione di un pasto vegano isoproteico a base di alimenti integrali (Pinckaers et al., 2024). In sostanza l'efficacia delle proteine di origine animale nel sostenere la sintesi proteica sembrerebbe essere maggiore rispetto ai risultati che si ottengono assumendo solo proteine di origine vegetale, ma, se opportunamente combinate, anche queste ultime non limitano significativamente la sintesi muscolare.

I cereali presentano per lo più la lisina quale amminoacido limitante, mentre i legumi la metionina (fatta eccezione per la soia che ha un profilo amminoacidico completo). L'associazione di questi alimenti (non necessariamente nell'ambito dello stesso pasto) consente di ottenere un apporto amminoacidico completo.

Per quanto riguarda l'efficacia sul mantenimento della massa muscolare, un adeguato apporto proteico complessivo può mantenere la massa muscolare anche in diete prevalentemente vegetali, anche se dalla letteratura emerge l'opportunità di condurre ulteriori studi sulle fasce d'età più fragili, come gli anziani (Stoodley et al., 2023).

Molteplici studi mostrano come la presenza di fattori antinutrizionali dietetici influenzino negativamente la digeribilità delle proteine, la biodisponibilità degli aminoacidi e la qualità proteica degli alimenti (Ajomiwe et al., 2024).

Gli alimenti di origine vegetale, soprattutto se nella forma non raffinata/ non decorticata, possono contenere un'ampia serie di fattori antinutrizionali, come i glucosinolati nei prodotti proteici di senape e colza, gli inibitori della tripsina e le emoagglutinine nei legumi, i tannini nei legumi e nei cereali, i fitati nei cereali e nei semi oleosi, il gossipolo nei prodotti proteici di semi di cotone e le basi azotate uricogene nei prodotti proteici derivati dal lievito. Si tratta, tuttavia, di componenti non necessariamente negative, se da

un lato riducono la biodisponibilità proteica, d'altro canto possono apportare altri benefici alla salute (Gilani et al., 2012 e Ashkar e Wu, 2023).

I fattori antinutrizionali possono anche formarsi durante la lavorazione alcalina o il trattamento termico dei prodotti proteici (sia di origine animale sia vegetale), producendo composti di Maillard, forme ossidate di amminoacidi solforati, D-amminoacidi e lisinoalanina. Studi sui ratti supportano l'ipotesi che, all'aumentare dell'età, aumenti la suscettibilità agli effetti avversi dei fattori antinutrizionali (Gilani et al., 2005).

Vi sono tecniche che consentono di aumentare la digeribilità delle proteine, quali per esempio la germinazione dei legumi. Le alterazioni proteiche durante la germinazione aumentano la proteolisi e la digeribilità, riducendo i livelli degli inibitori delle proteasi, attivando le proteasi e scomponendo le proteine di riserva (inclusi gli allergeni). I legumi in germinazione mostrano anche un notevole incremento di aminoacidi liberi, in particolare l'asparagina (Bera et al., 2023). La germinazione aumenta anche la digeribilità delle proteine contenute nei cereali, come il sorgo (Abdelbost, 2024).

Le proteine (anche quelle di origine vegetale) sono spesso assunte dai consumatori attraverso alimenti processati, quali burger. Alcuni recenti studi condotti da Cutroneo et al. (2023 e 2024) hanno confrontato la qualità proteica di burger vegetali e animali, constatando che il profilo amminoacidico essenziale è carente di lisina per entrambe (rispetto al modello di punteggio amminoacidico stabilito da FAO/OMS), anche se la somma degli aminoacidi essenziali rientra nell'intervallo di sufficienza. Lo studio della digeribilità, ha mostrato una migliore solubilizzazione proteica nel caso degli hamburger di carne (di poco superiore al 60%) ma una buona digeribilità anche nel caso di quelli a base vegetale (tra 40 e 55%). Il grado di idrolisi delle proteine solubilizzate è risultato molto elevato in tutti i campioni (dal 40% al 65%) indicando un'ottima accessibilità proteica agli enzimi digestivi. Questi studi evidenziano che le differenze tra questi prodotti dipendono principalmente dalla qualità delle materie prime utilizzate, piuttosto che dalla fonte proteica vegetale o animale .

Ulteriori studi hanno confrontato le bevande vegetali (potenziali sostituti del latte) con il latte vaccino. Le bevande d'avena e quelle a base di mandorla sono risultate tra le alternative vegetali con la più alta digeribilità proteica, non significativamente diverse dal latte vaccino, mentre le bevande di soia hanno mostrato il valore più basso di digeribilità.

La variabilità è risultata significativa a seconda della fonte vegetale, sia in termini di composizione in acidi grassi sia di digeribilità proteica (Martínez-Padilla et al., 2020).

Una review sistematica della letteratura (Bakaloudi et al. 2021), condotta su 48 studi (12 di coorte e 36 trasversali), ha evidenziato come la dieta vegana tenda ad essere associata ad un apporto proteico inferiore rispetto ad una dieta onnivora, senza tuttavia determinare necessariamente un impatto negativo in termini di salute. Ulteriori studi hanno evidenziato come l'apporto proteico, benché inferiore, tenda comunque ad essere entro i range di assunzione raccomandati (Neufingerl e Eilander, 2021).

La maggior parte dei lavori conclude evidenziando l'importanza di ulteriori studi per approfondire, soprattutto tramite studi sperimentali, quanto emerso dalle analisi esposte.

Sebbene gli studi disponibili siano quindi concordi circa la maggiore qualità delle proteine di origine animale, sia in termini di contenuto in amminoacidi essenziali sia in termini di biodisponibilità, non emergono evidenze circa particolari problemi imputabili ai regimi vegani (Craig, 2021).

Va rilevato che gli individui che seguono diete vegetariane tendono generalmente a consumare più proteine del necessario, in particolare nei paesi occidentali, sebbene le assunzioni siano generalmente inferiori a quelle degli onnivori (Mariotti e Gardner, 2019). Inoltre, purché si consumi una varietà di alimenti ricchi di proteine, le diete vegetariane sono in grado di fornire tutti gli amminoacidi indispensabili. Non risulta necessario combinare diversi alimenti proteici in un pasto, ma è consigliabile includere una varietà di alimenti vegetali ogni giorno (Young e Pellett, 1994). La maggior parte degli alimenti vegetali contiene proteine, con le fonti migliori rappresentate da legumi, alimenti a base di soia (inclusi latte di soia fortificato, tofu e tempeh), frutta secca e semi. Anche cereali e verdure contengono proteine, ma in quantità minori.

I LARN (Livelli di assunzione di riferimento per la popolazione italiana, 2024) indicano per gli adulti:

- AR³ (average requirement o fabbisogno medio): 0,71 g/ kg/ die,

³ Indica l'assunzione stimata di nutrienti necessaria per soddisfare il fabbisogno della metà della popolazione sana.

- PRI⁴ (population reference intake o assunzione raccomandata per la popolazione): 0,9 g/ kg/ die.

Va sottolineato che, nei paesi occidentali, coloro che seguono diete onnivore tendono ad assumere da 1,5 a 2 volte l'apporto proteico raccomandato e un apporto proteico così elevato può avere una serie di effetti negativi, come un aumento dell'escrezione di calcio e una ridotta sensibilità all'insulina (Metges e Barth, 2000 e Mittendorfer et al., 2020). Se ne deduce anche che la minore quantità di proteine apportate da una dieta priva di prodotti animali non sembra quindi comportare rischi di sotto-nutrizione proteica.

In conclusione, una dieta normocalorica, seppur priva di prodotti di origine animale, può garantire un corretto apporto proteico; come già esposto, infatti, numerose evidenze dimostrano che le proteine di origine vegetale possono sostenere adeguatamente la sintesi proteica, soprattutto quando si combinano gruppi alimentari, si aumentano le dimensioni delle porzioni e si ottimizza la biodisponibilità degli amminoacidi attraverso la lavorazione o i comuni metodi di preparazione (Nichele et. al, 2022).

2) *Lipidi: acidi grassi essenziali*

Della categoria dei lipidi fanno parte alcuni nutrienti di particolare importanza: gli acidi grassi essenziali (a.g.e.). Si tratta di acidi grassi polinsaturi che il nostro organismo non è in grado di sintetizzare autonomamente; in quanto nutrienti essenziali, occorre quindi che siano introdotti dall'esterno, ossia attraverso l'alimentazione.

Gli a.g.e. sono:

- l'acido linoleico – LA, 18:2 – della serie omega 6, precursore dell'acido arachidonico – AA, 20:4 (entrambe estesamente presenti nei cibi di origine vegetale);
- l'acido alfa-linolenico – ALA, 18:3 – della serie omega 3, precursore di acidi grassi a lunga catena: acido eicosapentaenoico – EPA, 20:5 – e acido docosesaenoico – DHA, 22:6 (assenti nei cibi vegetali ad esclusione di alcune alghe (Sánchez-Machado et al., 2004)).

⁴ Indica il livello di assunzione (più elevato rispetto a AR) necessario per soddisfare il fabbisogno di quasi tutti (97,5%) gli individui sani in una popolazione.

- assenti nei cibi vegetali, ad esclusione di alcune alghe (Sánchez-Machado et al., 2004)).

AA, EPA e DHA sono a loro volta precursori degli eicosanoidi (trombossani, prostaglandine, prostacicline e leucotrieni), che svolgono un'importante azione regolatrice, intervenendo nei processi infiammatori, nella chemiotassi, nella vasodilatazione e nella vasocostrizione, nell'aggregazione piastrinica.

Gli a.g.e. rivestono un ruolo di primo piano nel corretto funzionamento del nostro organismo, soprattutto in quanto costituenti della membrana cellulare, offrono protezione dalle malattie cardiovascolari, supportano i processi visivi e consentono la corretta trasmissione degli impulsi nervosi, che sono alla base delle funzioni cognitiva e motoria (Sardesai, 1992).

Gli omega 3 sono associati ad uno stato cardiometabolico favorevole (Santos et al., 2020), l'EPA ha proprietà antitrombotiche e conferisce protezione cardiovascolare (Lane et al., 2014 e Metcalf et al., 2007) e l'assunzione di ALA, EPA e DHA è associata a un ridotto rischio di malattie cardiovascolari (Davis e Kris-Etherton, 2003). Il DHA è stato collegato allo sviluppo degli occhi e del cervello ed è importante per la salute visiva, cognitiva e cardiovascolare (Lane et al., 2014 e Arterburn et al., 2007). Gli acidi grassi omega-3 possono anche aiutare a regolare il microbiota intestinale e l'immunità, a ridurre il rischio di malattie infiammatorie (Fu et al., 2021; Rousseau, 2021 e Hutchinson et al. 2020) e le loro conseguenze (Schönenberger, 2021).

Un'insufficiente assunzione di omega-3 può manifestarsi con diversi sintomi, tra cui dermatite, aumento della permeabilità all'acqua della pelle, aumento della suscettibilità alle infezioni e guarigione delle ferite compromessa, capelli e unghie fragili, problemi di concentrazione, disturbi dell'umore e può comportare un aumento dei livelli di infiammazione, che a sua volta può aumentare il rischio di malattie croniche (Aglago et al., 2020) e un aumentato rischio di impatti negativi sulla salute neurologica (Clemente-Suárez et al., 2025).

L'EFSA (l'Autorità europea per la sicurezza alimentare) ha approvato 10 claim⁵ inerenti gli omega 3:

1. L'ALA contribuisce al mantenimento di livelli normali di colesterolo nel sangue;

⁵ Consultabili sul Food and Feed Information Portal Database.

2. gli omega 3 EPA e DHA contribuiscono al normale funzionamento del cuore;
3. EPA e DHA contribuiscono al mantenimento della normale pressione sanguigna;
4. EPA e DHA contribuiscono al mantenimento dei normali livelli di trigliceridi nel sangue;
5. il DHA assunto dalla madre contribuisce al normale sviluppo dell'occhio del feto e dei bambini allattati al seno;
6. l'assunzione di DHA contribuisce al normale sviluppo visivo dei neonati fino a 12 mesi di età;
7. il DHA contribuisce al mantenimento della normale funzione cerebrale;
8. il DHA contribuisce al mantenimento della vista normale;
9. il DHA contribuisce al mantenimento dei normali livelli di trigliceridi;
10. gli acidi grassi essenziali sono necessari per la normale crescita e lo sviluppo dei bambini.

La fonte di omega-3 per i vegetariani è prevalentemente l'acido α -linolenico (Lane et al., 2014). Normalmente, l'organismo riesce a convertire solo piccole quantità di ALA nella catena più lunga (EPA) e, in misura minore, in DHA, in particolare se l'assunzione di acido linoleico è elevata (Burns-Withmore et al., 2019). La conversione di ALA è anche influenzata dallo stato di salute, dall'età, dalla composizione della dieta e dal sesso (Saunders et al., 2013).

I risultati dello studio di coorte EPIC-Norfolk hanno rivelato che le differenze nello stato di omega-3 sono molto più piccole delle differenze dietetiche osservate tra individui con pattern alimentari differenti, in particolare vegani e vegetariani mostrano una conversione più efficiente di ALA in EPA e DHA (Welch et al., 2010).

Nel 2025, lo studio NuEva (Klein et al., 2025) ha confermato un impatto significativo delle abitudini alimentari sui profili degli acidi grassi, con vegani e vegetariani che mostrano concentrazioni inferiori di acidi grassi saturi e omega 3, inclusi EPA e DHA, rispetto agli onnivori e ai flexitariani. Tuttavia, sebbene molti studi indichino che i livelli di EPA e DHA nel plasma, nel siero, negli eritrociti, nel tessuto adiposo e nelle piastrine sono più bassi nei vegetariani rispetto agli onnivori, non vi sono evidenze circa possibili impatti negativi sulla salute del cuore o sulla funzione cognitiva in vegetariani o vegani (Rocha et al., 2019 e Saunders et al., 2013).

Le fonti più ricche di ALA includono semi di lino, semi di canapa, noci, semi di chia e i loro oli, con quantità minori presenti negli oli di colza e soia e nelle verdure a foglia verde (Saunders et al., 2013). I semi di lino sono una delle migliori fonti di ALA, ma è importante consumarli macinati o in forma di olio per consentire un buon assorbimento di omega 3 (Agnoli et al., 2017).

È quindi opportuno che questi alimenti sia ben presenti nella dieta di chi segue un'alimentazione priva di prodotti di origine animale, tra cui si annovera la principale fonte alimentare di EPA e DHA, ossia i pesci grassi (Craig et al., 2021). Considerando i bassi livelli di efficienza nella conversione di ALA in EPA e DHA (Fielding, 2017), al fine di migliorare lo stato di DHA di un individuo, può essere opportuno, per vegani e vegetariani, l'uso regolare di un integratore di DHA algale (Craig, 2009 e Lane et al., 2022). Ad oggi, tuttavia, mancano prove che dimostrino se i vegani con un elevato apporto di ALA trarrebbero generalmente beneficio (in termini di prevenzione delle malattie cardiovascolari (Bhatt et al., 2019)) da un'assunzione diretta di EPA e/o DHA (Petersen et al., 2020; Manson et al., 2019; Mason et al., 2020). In termini di prevenzione secondaria delle malattie cardiovascolari, un integratore di EPA potrebbe essere utile (Bhatt et al., 2020 e Iqbal e Miller, 2021).

Un metabolita intermedio nella conversione di ALA in EPA e DHA è l'acido stearidionico (SDA). L'SDA si trova in diversi alimenti vegetali, non comunemente consumati nei paesi occidentali, come l'olio di semi di echium (*Echium plantagineum*) (Lane et al., 2022). Al momento, tuttavia, non esistono assunzioni di riferimento per l'SDA. Alcuni studi hanno riscontrato che un'assunzione diretta di SDA aumenta i livelli di DHA nel sangue negli esseri umani (Greupner et al., 2019 e Saini et al., 2021), ma sono necessarie ulteriori ricerche per confermare questi risultati.

Occorre, tuttavia, prestare attenzione a non eccedere con l'integrazione perché un'assunzione eccessiva di acidi grassi omega 3 potrebbe esporre nel tempo ad un aumentato rischio di emorragie (Gross et al., 2017; Necyk et al., 2013; Detopoulou e Papamikos, 2014 e McClaskey e Michalets, 2007).

I LARN raccomandano agli adulti l'assunzione di 250 mg/die di EPA-DHA (assunzione adeguata) e un intervallo di riferimento per l'assunzione di acidi grassi polinsaturi della serie omega 3 tra lo 0,5% e il 2% dell'energia totale.

In assenza di un apporto diretto di EPA e DHA, l'assunzione di riferimento di ALA dovrebbe essere raddoppiata (Davis e Kris-Etherton, 2003). Pertanto, per i vegani, nel caso in cui non assumano integratori di EPA/DHA, è raccomandata un'assunzione di ALA compresa tra circa 2 e 4 g/die (Kris-Etherton, et al., 2009; Davis e Kris-Etherton, 2003). I vegani possono raggiungere tale apporto includendo due delle seguenti opzioni nella dieta quotidiana (USDA):

- 6 noci sgusciate (circa 30 g),
- 1 cucchiaino di olio di semi di lino spremuto a freddo (circa 5g),
- 3 cucchiai di semi di lino macinati (circa 10g),
- 1 cucchiaino di semi di chia (circa 15g).

Può risultare utile anche prestare attenzione, in generale, alla composizione della dieta, visto che la conversione di ALA nelle forme a lunga catena è limitata da diversi fattori, che influenzano negativamente gli enzimi di conversione (elongasi e desaturasi):

- elevate quantità di omega 6 e in particolare di acido linoleico (Arteburn et al., 2006);
- apporti inadeguati di energia, proteine, vitamina (B6 e B8) e minerali (calcio, rame, magnesio e zinco) (Horrobin, 1992 e Siguel e Lerman, 1994);
- alcol (Nervi et al., 1980 e Narce et al., 2001).

L'utilizzo di omega 3 di fonte non animale è stato valutato anche nell'ambito della nutrizione parenterale (Czerniel et al., 2025): l'olio di alghe risulta una fonte sostenibile ed efficace di DHA, offrendo un'opzione praticabile per i pazienti dipendenti da nutrizione parenterale, compresi quelli che seguono diete vegane, riducendo al contempo il rischio di malattie epatiche associate a insufficienza intestinale.

Sempre l'olio di alghe è utilizzato quale ingrediente chiave di integratori di omega 3 cruelty free (Nayak et al., 2025). Le fonti tradizionali, come gli oli di pesce, hanno perso quote di mercato a causa di un'aumentata sensibilità dei consumatori nei confronti di temi quali la pesca eccessiva, i problemi ambientali e i contaminanti. Le microalghe, coltivate in condizioni controllate, offrono una soluzione vegana ed ecologica per la produzione di DHA ed EPA di alta qualità. I progressi nei metodi biotecnologici e nelle tecniche di estrazione hanno ottimizzato le rese di olio di alghe, migliorandone la

scalabilità e l'accessibilità economica, preservando la qualità dell'olio e riducendo al minimo l'impatto ambientale (Kunj et al., 2025).

II. Microelementi

I micronutrienti da sottoporre a particolare attenzione nelle diete plant-based includono minerali, come calcio, zinco e ferro, e la vitamina B12.

1) Minerali

Calcio

Il calcio è il minerale più abbondante nell'organismo ed il 99% del suo contenuto si trova nello scheletro. Si tratta di un minerale essenziale per lo sviluppo e per la salute di ossa e denti. Dal momento che le ossa sono sottoposte a un continuo processo di rimodellamento che prevede il riassorbimento e la nuova deposizione di calcio, un regolare apporto di calcio è essenziale per la salute del tessuto osseo.

Solo l'1% delle scorte totali di questo minerale partecipa ad altre funzioni, quali la contrazione muscolare, la trasmissione nervosa, la secrezione di ormoni, la comunicazione intracellulare, la vasodilatazione e la vasocostrizione, la coagulazione (Gropper et al., 2017).

Sia una carenza sia un eccesso di calcio possono provocare conseguenze negative sulla salute.

Le carenze di calcio risultano spesso asintomatiche nel breve periodo, ma se non vengono trattate adeguatamente possono avere conseguenze molto gravi. I primi sintomi includono pizzicore e addormentamento delle dita, crampi muscolari, convulsioni, sonnolenza, scarso appetito e anomalie del battito cardiaco. Nel lungo periodo possono manifestarsi con osteopenia e osteoporosi, con conseguente aumento del rischio di fratture. Particolarmente gravi le carenze in età evolutiva, che impediscono di raggiungere il potenziale genetico di sviluppo scheletrico e possono avere come conseguenza il rachitismo (anche se è più frequente che alla base di questo tipo di problema ci sia una carenza di vitamina D, implicata nel metabolismo del calcio).

Una calcemia troppo elevata può determinare, invece, insufficienza renale, calcificazione dei vasi sanguigni e dei tessuti molli, aumento del calcio nelle urine e calcoli renali. Inoltre

un'assunzione eccessiva di calcio può causare stitichezza e interferire con l'assorbimento di ferro e zinco⁶.

Vi sono evidenze che correlano il calcio anche a patologie tumorali, in particolare un forte livello di evidenza suggerisce che il calcio (anche assunto tramite integratori) sia protettivo nei confronti del tumore al colon-retto, mentre esiste un'evidenza limitata che suggerisce che un elevato consumo di prodotti caseari (con relativo apporto di calcio eccessivo) sia associato ad un aumento del rischio di cancro alla prostata (Clinton et al., 2020). Sembra quindi opportuno garantire un adeguato apporto di questo minerale ma senza eccedere. Una dieta vegana è tipicamente associata ad un'assunzione di calcio inferiore rispetto a vegetariani e onnivori (Rizzo et al., 2013 e Craig, 2010). Nelle diete onnivore le principali fonti alimentari di calcio sono il latte e i suoi derivati, quali formaggi e yogurt, nonché pesce e molluschi, nelle diete vegetariane l'apporto di calcio dipende soprattutto dal consumo di prodotti lattiero-caseari. Questo minerale è però presente in buone quantità anche in alcuni vegetali a foglie verde scuro (come cavolo e broccoli), nei legumi secchi, nella frutta a guscio e nei fichi secchi.

Quando l'assunzione di calcio è bassa, l'organismo può compensare (Kohlenberg-Mueller e Raschka, 2003) aumentando l'efficienza di assorbimento (Dawson-Hughes et al., 1993) e diminuendo l'escrezione urinaria (Ross et al., 2011). L'omeostasi del calcio è, quindi, regolata a livello endogeno da questi meccanismi che consentono variazioni nell'assorbimento e nell'escrezione. L'apporto di calcio è influenzato anche dalla composizione della dieta:

- la presenza di diverse sostanze possono ridurne l'assorbimento. L'acido fitico (Castro-Alba et al., 2019) e l'acido ossalico (Chai e Liebman, 2005), presenti in numerosi alimenti vegetali, sono sostanze in grado di formare complessi insolubili con il calcio, diminuendone notevolmente l'assorbimento;
- un basso contenuto di grassi sembra influire negativamente sull'assorbimento del calcio (Bandali et al., 2018).

La differenza tra calcio assorbito a livello intestinale e calcio ingerito può quindi essere molto rilevante, al punto che per valutare se un alimento è una buona fonte di calcio non

⁶ <https://www.humanitas.it/encyclopedia/sali-minerali/calcio/>

è possibile limitarsi a valutare la quantità di calcio in esso contenuta ma è fondamentale considerarne la biodisponibilità (Heaney et al., 1993).

L'assorbimento di calcio è estremamente variabile (Viadel et al., 2006; Zhao et al., 2005; Weaver et al., 1999; Heaney et al., 1991 e Heaney et al., 1988), a seconda degli alimenti è pari a circa a:

- 5%, da verdure ricche di ossalati, come spinaci e bietole;
- 20-25% da fagioli, mandorle, tahina e fichi;
- 32% dai latticini e dai prodotti a base di soia (tofu, bevande di soia fortificate);
- 50-60% da verdure a basso contenuto di ossalato, quali cavolo riccio, cavolo cinese, broccoli, pak choi.

Per migliorare la biodisponibilità del calcio di origine vegetale è possibile ricorrere a metodologie di preparazione e di cottura (Viadel et al., 2006) che riducono il contenuto di ossalati, come la cottura a vapore e in particolare la bollitura (con eliminazione dell'acqua di cottura), che, riducendo l'acido ossalico del 30-80% (Massey, 2007), è in grado di migliorare significativamente l'assorbimento del calcio contenuto nelle verdure a foglia verde (Chai e Liebman, 2005).

Una dieta vegetariana, con un elevato apporto di frutta e verdura, si caratterizza per un elevato apporto di fitonutrienti, in particolare carotenoidi e flavonoidi, nonché di minerali, come potassio e magnesio. Il consumo di carotenoidi e flavonoidi è associato a un miglioramento della densità minerale ossea e a una riduzione delle fratture ossee (Zhang et al., 2014; Sahni et al., 2009; Wattanapenpaiboon et al., 2003 e Sugiura et al., 2008).

I vegani presentano un apporto di calcio inferiore rispetto ai vegetariani e agli onnivori (Bickelmann et al., 2023) e, sebbene questo apporto inferiore non sia necessariamente causa di problemi di salute (Bakaloudi et al, 2021), le diete vegane sono state associate a un aumento clinicamente significativo del rischio di frattura quando l'assunzione di calcio risulta inadeguata (Appleby et al., 2007). Le diete vegane non sono, però, associate a un aumento del rischio di fratture se l'assunzione di calcio è adeguata (Mangels, 2014).

Per soddisfare il proprio fabbisogno, chiunque abbia un apporto inadeguato di calcio dovrebbe utilizzare nell'alimentazione quotidiana prodotti come cereali per la colazione fortificati e bevande vegetali fortificate (Craig, 2009), oggi ampiamente diffusi, che sono utili per prevenire le carenze (Craig et al., 2021). La biodisponibilità del calcio in questi

alimenti è simile a quella dei prodotti lattiero-caseari, circa 30% (Zhao et al., 2005; Heaney et al., 2000; Weaver and Plawecki, 1994 e Heaney et al., 1990), in particolare il cloruro di calcio e il sulfato di calcio, utilizzati nella produzione del tofu, hanno una biodisponibilità del tutto analoga a quella del latte vaccino (Weaver et al., 2002). La biodisponibilità del calcio negli alimenti fortificati può risultare addirittura superiore se la fortificazione è operata con sali di citromalato (Weaver et al., 1999).

Un ruolo rilevante può essere svolto anche dall'acqua, la cui composizione minerale è rilevante nella modulazione dell'omeostasi del calcio. Il contenuto di questo minerale nelle acque minerali rappresenta un'importante fonte di calcio sia in termini quantitativi sia in termini qualitativi: il calcio contenuto nell'acqua ha un'eccellente biodisponibilità, pari o superiore a quella dei latticini (Heaney, 2006). Il consumo di acqua minerale ricca di calcio può quindi rivelarsi una fonte utile per raggiungere il fabbisogno giornaliero raccomandato di calcio (Bohmer et al., 2000 e Vannucci et al., 2018). Nonostante l'assorbimento del calcio dall'acqua sia maggiore quando il consumo di acqua è concomitante a quello di altri alimenti (Van et al., 1996), può essere raccomandato il consumo di acque ricche di calcio preferibilmente lontano dai pasti, per non interferire con l'assorbimento del ferro, dato che possono formarsi composti contenti calcio e ferro poco biodisponibili (Rolic et al., 2025).

Dibattuta risulta invece l'opportunità di ricorrere ad integratori, che sembra possano essere correlati ad un aumentato rischio di patologie cardio-vascolari (Myung et al., 2021; Pana et al., 2021; Yang et al., 2020), sebbene esistano evidenze contrastanti (Zhang et al. 2021 e Um et al., 2019). Servono ulteriori studi per valutare il ruolo degli integratori di calcio, i benefici che possono apportare e gli eventuali rischi, anche in termini di minor assorbimento di ferro (Abioye, 2021).

I LARN indicano un fabbisogno di calcio pari a 800 mg/die per gli adulti che sale a 1000mg/die oltre i 60 anni.

Le diete a base vegetale possono fornire quantità adeguate di nutrienti chiave per la salute delle ossa. Sebbene la maggior parte degli alimenti contribuisca in parte all'assunzione giornaliera di calcio, un'attenzione particolare agli alimenti ricchi di calcio è utile per fornire quantità maggiori di questo minerale (Welch et al., 2025) e può quindi costituire un'alternativa adeguata ai latticini (Mangels, 2014). Per ottenere lo stesso

quantitativo di calcio che si otterrebbe consumando 250 ml di latte vaccino, ossia circa 100 mg di calcio (Weaver et al., 1999), è possibile assumere:

- 250/300 ml di bevande vegetali fortificate o uno yogurt vegetale fortificato (Zhao et al., 2005 e Heaney, 2000);
- 150/200 g di tofu ottenuto con solfato di calcio (Weaver et al., 1999 e Weaver et al., 2002);
- 200 g di bok choy (cotto) (Weaver et al., 1999);
- 100–150 g di cime di rapa (cotte) (Weaver e Plawecki, 1994);
- 300–350 g di broccoli (cottii) (Weaver et al., 1999);
- 250–300 g di cavolo riccio (cotto) (Weaver et al., 1999);
- 100–150 g di crescione (cotto) (Weaver e Plawecki 1994);
- 450 g di fagioli bianchi (cottii) (Weaver et al., 1999).

Inoltre, è possibile utilizzare acque minerali (Vannucci et al., 2018 e Bohmer et al., 2000), il cui contenuto di calcio varia a seconda del marchio.

Ai vegani dovrebbe essere, quindi, consigliato di consumare quotidianamente alimenti ricchi di calcio con una buona biodisponibilità (Cormick e Belizán, 2019), in particolare la Società Scientifica di Nutrizione Vegetariana raccomanda l'assunzione di 6 porzioni di cibi ricchi di calcio al giorno (Baroni, 2015), definendo le porzioni come segue:

Alimento	mg Calcio/100g o ml	Dimensioni porzione	mg Calcio/porzione
CIBI PROTEICI			
Tofu	105	80g	84
Tempeh	120	80g	96
Yogurt vegetale	132	125ml	165
VERDURA			
Agretti	131	100g	131
Broccoletti/cime rapa	97	100g	97
Carciofi	86	100g	86
Cardi	96	100g	96
Cavolo broccolo verde	72	100g	72
Cicoria da taglio	150	100g	150
Crescione	170	100g	170
Indivia	93	100g	93
Radicchio verde	115	100g	115
Rucola	160	100g	160
Tarassaco	187	100g	187
FRUTTA			
Fichi secchi	280	30g	84

Alimento	mg Calcio/100g o ml	Dimensioni porzione	mg Calcio/porzione
FRUTTA SECCA SEMI			
Mandorle dolci	236	30g	71
Semi di sesamo	975	30g	293
ACQUA			
Ricca di Calcio ⁷	35	350ml	125
Di rubinetto	10	1.250ml	125

I fattori dietetici nelle diete a base vegetale che non devono essere carenti, al fine di supportare lo sviluppo e il mantenimento della massa ossea, includono il calcio, la vitamina D, le proteine, il potassio e gli isoflavoni di soia. In particolare, nel pianificare una dieta a base vegetale che garantisca un corretto apporto di calcio occorre tenere in considerazione che:

- le fibre svolgono un ruolo ancora dibattuto: le fibre insolubili, accelerando la velocità del transito intestinale, sembrano sequestrare il calcio riducendone l'assorbimento (Knox et al., 1991 e Lau e Woo, 1998), ma vi sono studi che evidenziano l'assenza di correlazione tra contenuto di fibre e assorbimento di calcio (Heaney e Weaver, 1990). Le fibre, inoltre, modulando l'attività e la composizione del microbiota intestinale e sembra possano anche favorire l'assorbimento di calcio (Whisner et al., 2016). Studi effettuati nelle cellule Caco-2, che vengono utilizzate come modello in vitro di cellule intestinali, hanno mostrato che le pectine, modulano l'assorbimento di calcio tramite la regolazione della concentrazione di calcio intracellulare (Gotoh et al., 2023);
- l'assunzione di proteine incide sull'escrezione di calcio e la perdita provocata dalle proteine di origine animale risulta superiore rispetto a quella indotta dalle proteine vegetali (Weaver et al., 1999 e Fenton et. al, 2008). Il catabolismo degli amminoacidi solforati determina la formazione di acido solforico e ioni idrogeno, incrementando il carico renale; pertanto, per mantenere il pH fisiologico può essere necessario un riassorbimento di calcio dall'osso con liberazione di fosfati (Itoh et al., 1998 e Calvez et al., 2012). In accordo con ciò, alcuni studi indicano che i vegani presentano minore escrezione di calcio urinario, grazie anche ad una dieta priva di proteine di origine animale (Weikert et al., 2020 e Ball e Maughan, 1997);

⁷ Ca > 300mg/L e Na <50mg/L.

- l'eccesso di sodio può incrementare le perdite urinarie di calcio, dal momento che il sodio e il calcio condividono lo stesso sistema di trasporto nel tubulo renale prossimale: ogni 2300 mg di sodio escreto i reni espellono 40-60 mg di calcio (Weaver et al., 1999);
- l'alcol, la caffeina, l'eccesso di proteine, il fumo sono possibili fattori di rischio per l'osteoporosi dal momento che incidono sull'omeostasi del calcio (Deal, 1997; Cohen e Roe, 2000);
- un corretto livello di vitamina D è fondamentale per l'omeostasi del calcio. Lo studio EPIC-Oxford ha documentato livelli più bassi di vitamina D (misurati come concentrazioni plasmatiche di 25-idrossivitamina D [25-OH-D]) nei vegani rispetto agli onnivori (Crowe et al., 2011). È stato ipotizzato che questo possa essere uno dei principali fattori dell'aumento del rischio di fratture ossee nei vegani osservato in questo studio (Thorpe et al., 2021 e Key et al., 2022). Pochi alimenti contengono una quantità significativa di vitamina D, ad esempio i pesci grassi e l'olio di pesce. Ad oggi vi sono studi contrastanti circa il ruolo che fibre e fitati potrebbero svolgere nel modulare l'assorbimento della vitamina D e i dati disponibili sembrano essere ancora insufficienti per chiarire l'esistenza e la natura di un'eventuale correlazione (Borel et al., 2015). La vitamina D è il nome collettivo del colecalciferolo (vitamina D3, sintetizzata dalla pelle e contenuta in alcuni prodotti di origine animale) e dell'ergocalciferolo (vitamina D2, principalmente contenuta in alimenti di origine vegetale), precursori di ormoni con un ruolo importante nella regolazione del metabolismo del calcio e dei fosfati (Kulda, 2012). I vegani che ricorrono alla supplementazione di vitamina D tendono a prediligere gli integratori di D2 (escludendo così l'origine animale). Esistono svariati studi che confrontano l'efficacia dell'integrazione con vitamina D2 e D3 nell'innalzare i livelli ematici di 25-OH-D e nel mantenere i livelli della forma metabolicamente attiva (1,25 diidrossi vitamina D): alcuni evidenziano come la biodisponibilità della D3 sia maggiore (Van den Heuvel et al., 2024; Tripkovic et al., 2012; Trang et al., 1998 e Heaney et al., 2011), altri mostrano come l'assorbimento di D2 e D3 sia equivalente (Borel et al., 2015), come equivalente risulterebbe la loro efficacia nell'incrementare e mantenere i livelli ematici di 25-OH-D (Biancuzzo et al., 2010 e Biancuzzo et al, 2013).

Concludendo, nonostante le numerose incertezze ancora presenti, si può affermare che una dieta ricca di polifenoli, il consumo di 5 porzioni al giorno di frutta e verdura (Rizzoli e Chevaley, 2024), l'esercizio fisico regolare, un'adeguata esposizione al sole e l'integrazione di vitamina D laddove necessario sono tra i fattori più importanti per promuovere una corretta omeostasi del calcio, mantenere la salute delle ossa e prevenire l'osteoporosi e il rischio di fratture (Holic, 2020).

Zinco

Lo zinco è uno degli oligoelementi più importanti per l'organismo umano. Si tratta, infatti, di un micronutriente essenziale per il metabolismo, dal momento che catalizza oltre 100 enzimi, facilita il ripiegamento delle proteine, è coinvolto nei processi di crescita, nel corretto funzionamento del sistema immunitario, nella salute delle ossa e contribuisce a regolare l'espressione genica (King, 2011 e Huang et al., 2015).

Date le numerose funzioni a cui partecipa, una sua carenza ha conseguenze estese. La carenza di zinco può essere ricondotta a numerose cause: nutrizionali, iatogene, genetiche o dovute a malattie. In particolare risultano spesso parenti i pazienti affetti da malnutrizione, alcolismo, malattie infiammatorie intestinali e sindromi da malassorbimento. I sintomi della carenza di zinco sono aspecifici e includono ritardo della crescita, perdita di appetito, perdita di peso, dermatiti, diarrea, alopecia, glossite, distrofia ungueale, ipogonadismo nei maschi, indebolimento delle difese immunitarie, maggior rischio di infezioni secondarie a queste disfunzioni e problemi nella guarigione delle ulcere (Muhammed e Vadstrup, 2014 e Huang et al., 2015). L'integrazione di zinco è necessaria in caso di carenza, ma l'uso prolungato di dosi elevate espone ad effetti negativi, che includono la soppressione dell'immunità, la riduzione dei livelli di HDL, anemia, carenza di rame e possibili complicazioni genitourinarie (Saper e Rash, 2009).

Per evitare carenze, i LARN propongono un fabbisogno medio di zinco pari a 10 mg per gli uomini adulti e pari a 8 mg per le donne adulte. La SINU, richiamando un'indagine condotta sulla popolazione italiana (Sette et al., 2013), ha evidenziato che il 54,9% dello zinco alimentare proviene da prodotti animali, nello specifico, il 24,8% da carne e prodotti a base di carne, il 21% da latte e prodotti lattiero-caseari, il 6,9% da pesce, frutti di mare e loro derivati e il 2,2% dalle uova. Il restante 40,7% è, invece, assunto da alimenti vegetali (il 21,5% da cereali e prodotti a base di cereali, il 9,8% dalle verdure, il 5,5% da patate e

altri tuberi, il 2,8% dalla frutta, l' 1,1% da legumi). Contribuiscono all'assunzione di zinco anche i prodotti dolcari, l'acqua e le bevande analcoliche, che ne forniscono però quantità minime.

Per chi segue un'alimentazione vegana gli alimenti con il maggior contenuto di zinco risultano essere i cereali integrali, cereali, i legumi, le noci, i semi oleosi, il tofu e il tempeh (Venti e Johnston, 2002 e Saunder et al., 2013). Si tratta, però, di alimenti che sono anche ricchi di fitati, agenti chelanti dello zinco, che ne limitano fortemente l'assorbimento intestinale. Anche gli ossalati e alcune fibre alimentari contribuiscono a ridurre l'assorbimento intestinale di zinco (Gibson, 1994 e Lönnerdal, 2000).

Pertanto, la biodisponibilità dello zinco nelle diete vegane è del 15-26%, leggermente inferiore a quella di una dieta onnivora, che è pari al 33-35% (Gibson, 1994 e Hunt et al., 1998). Alcuni autori (Agnoli et al., 2017) suggeriscono a chi adotta una dieta vegana di seguire alcune accortezze, per raggiungere più facilmente il fabbisogno di zinco, quali:

- assumere una quantità di zinco leggermente superiore rispetto a quanto raccomandato dalle linee guida per la popolazione generale, soprattutto se si ha un'alimentazione con un rapporto fitati/zinco elevato. Incrementando la quantità di zinco assunta è possibile compensare la minore quota assorbita;
- prediligere metodi di cottura che possano ridurre i livelli di fitati, per migliorare l'assorbimento di zinco. Come per il ferro, le procedure che attivano le fitasi endogene presenti nei cereali e nei legumi, come la macinazione, la germinazione, l'ammollo e la lievitazione con pasta madre, aumentano, infatti, la biodisponibilità dello zinco (Craig, 2010; Chiplonkar e Agte, 2006 e Gibson et al., 2006);
- assumere alimenti ricchi di zinco insieme a cibi ricchi di acidi organici soprattutto frutta e crucifere. Gli aminoacidi solforati (ben rappresentati, per esempio, in aglio e cipolle), i peptidi contenenti cisteina, gli idrossiacidi (presenti nella frutta) e altri acidi organici presenti negli alimenti fermentati possono, infatti, aumentare significativamente l'assorbimento di zinco (Sandström et al., 1980; Wegmüller et al., 2014; Lönnerdal, 2000 e Foster e Samman, 2015);
- utilizzare il sale (NaCl) per condire i legumi, precedentemente ammollati germinati o fermentati, per aumentare la biodisponibilità dello zinco in essi contenuto (Zhang et al., 2022);

- arricchire la dieta con alimenti fortificati, come i cereali per la prima colazione (Gibson et al., 2014, Craig, 2010 e Moretti et al., 2013). All'aumentare della quantità di zinco contenuta negli alimenti diminuisce la percentuale di zinco assorbita dall'organismo, ma i prodotti fortificati si confermano buone fonti di zinco, dal momento che, a fronte dell'elevato contenuto di zinco che li contraddistingue, aumenta l'assorbimento totale di questo minerale (Brown et. al, 2007).

Si evidenzia come, nonostante la minore biodisponibilità di zinco nelle diete plant-based, la carenza di zinco non risulti diffusa in maggior misura tra i vegetariani rispetto agli onnivori (Hunt, 2003). La quantità assunta e i livelli sierici dei vegetariani risultano, infatti, in media, solo leggermente inferiori rispetto a quelli degli onnivori, ma si attestano negli intervalli di normalità (Gibson et al., 2014). In particolare, uno studio condotto su donne adulte canadesi appartenenti al gruppo degli Avventisti del Settimo Giorno, che adottano da molti anni una dieta vegana, ha riscontrato livelli sierici di zinco analoghi a quelli registrati in media tra gli onnivori (Anderson et al., 1981).

Una possibile spiegazione è riconducibile al fatto che assorbimento e ritenzione dello zinco sono regolati da fini meccanismi omeostatici, che permettono all'organismo di adattarsi a minori assunzioni e ad una minore biodisponibilità, riducendo le perdite e incrementando l'assorbimento (King, 2011). Alcuni studi evidenziano anche l'importanza del fattore tempo: chi segue una dieta vegana da un lungo periodo tende ad avere un adeguato stato nutrizionale dello zinco e si adatta meglio ad una bassa biodisponibilità di questo minerale rispetto a chi segue da poco questo regime alimentare (Gibson, 1994 e Nieman, 1999).

Un ulteriore elemento a favore dell'adeguato contenuto di zinco dei regimi vegani potrebbe essere l'assenza di caseina, presente in latte e derivati, che chela lo zinco, riducendone la biodisponibilità (Harzer e Kauer, 1982). Da altri studi, tuttavia, emergono evidenze contrastanti: il pH sembra giocare un ruolo determinante nella formazione di questi legami (Pabón e Lönnerdal, 2000) e certi peptidi derivanti dalla caseina, che vengono ben assorbiti a livello intestinale, legando lo zinco, sembrerebbero addirittura incrementarne la biodisponibilità (Wang et al., 2023).

In conclusione, se una dieta vegana non bilanciata può esporre a carenze di zinco (Bakaloudi et al., 2021 e Neufingerl e Eilander, 2021), una dieta vegana equilibrata non

sembra risultare problematica al fine di garantire un apporto adeguato di questo minerale (Krebs, 2000), anche perché la carenza di zinco è rara e si manifesta, generalmente, solo in presenza di un forte stato di malnutrizione e di una grave compromissione dell'assorbimento, spesso dovuta a malattie infiammatorie intestinali.

Ferro

Il ferro è un micronutriente essenziale di grande rilevanza per l'organismo umano. Grazie, principalmente, al suo ruolo fondamentale nel trasporto dell'ossigeno, nel trasporto di elettroni e nelle attività enzimatiche, risulta necessario per la crescita, per lo sviluppo, per il normale funzionamento cellulare, per l'eritropoiesi, per il corretto funzionamento del sistema riproduttivo e immunitario (Kourye Ponka, 2004; Nairz e Weiss, 2020 e Recalcati et al., 2019), per la sintesi degli ormoni tiroidei e per il metabolismo degli aminoacidi (Gropper et. al, 2017). Il ferro è così importante per le funzioni cellulari, che il suo assorbimento da parte delle cellule è un processo altamente conservato in tutte le specie. Le cellule del nostro organismo incorporano, in particolare, il ferro nell'anello porfirinico delle emoproteine, come emoglobina, mioglobina e citocromi, e in numerosi enzimi, quali idrossilasi, coinvolte nel metabolismo cellulare, e demetilasi, che modificano la cromatina del DNA e intervengono, quindi, sull'espressione genica (Georgieff, 2020).

Data la rilevanza del ferro è opportuno evitare stati di carenza. Viste le caratteristiche dell'assorbimento dei vari tipi di ferro (riportate più sotto), il rischio di carenza di ferro è maggiore nelle donne pre menopausa (che mensilmente perdono sangue, ricco in ferro), soprattutto quelle che non mangiano carne rossa, alimento in cui il ferro è abbondante e disponibile. La carenza di ferro è, invece, meno diffusa tra gli uomini, indipendentemente dalle scelte alimentari (Slywitch et al., 2021; Gallego-Narbón et al., 2019; Pawlak et al., 2016 e Haddad et al., 1999).

Le principali fonti vegetali di ferro sono i legumi (Alejandro-Vega et al., 2025), seguiti dai cereali integrali, frutta secca e semi oleaginosi, alimenti che dovrebbero essere ben rappresentati in una dieta vegana (Melina et al., 2016). Queste fonti sono rilevanti non solo per i vegani, ma anche per gli onnivori, che, almeno in Italia, assumono circa il 60% del ferro da fonti vegetali e meno del 17% da carne e derivati (Sette et al., 2013). Un tema di grande rilievo, tuttavia, trattando del ferro, è la sua biodisponibilità, che è inferiore nella maggior parte degli alimenti vegetali rispetto alle fonti animali (Dussiot et al. 2021 e

Zhou et al., 2021). Infatti, il ferro eme, presente soprattutto nei prodotti di origine animale, in particolare nella carne rossa dove è presente nella mioglobina e nell'emoglobina, è in genere meglio assorbito dal nostro organismo (15-30%) rispetto al ferro non eme (5-10%), la forma più abbondante negli alimenti di origine vegetale (Davidson, 2003; Agnoli, 2017 e Theil e Briat, 2004).

L'assorbimento del ferro non eme è, inoltre, inversamente correlato allo stato del ferro nell'organismo. L'assorbimento può essere basso fino al 2-3% nelle persone con buone riserve di ferro, ma alto e raggiungere complessivamente il 14-23% in presenza di basse riserve di ferro (Collings et al., 2013). Infatti, quando le riserve sono basse e il fabbisogno di ferro aumenta, meccanismi compensatori facilitano un maggiore assorbimento.

La biodisponibilità del ferro non eme, infine, è influenzata significativamente da molte componenti alimentari (Monsen, 1988 e Hallberg, 1981). Il ferro non eme è, infatti, sensibile all'azione di inibitori e promotori dell'assorbimento (Craig et al., 2009) e diverse strategie possono aumentare considerevolmente la quantità di ferro assorbita dall'organismo (Koeder e Perez-Cueto, 2024), come ad esempio:

- assumere buone fonti di ferro (come legumi, cereali integrali, frutta secca e semi) insieme a
 - frutta o verdure ricche di vitamina C (come kiwi, fragole, agrumi), carotenoidi e retinolo,
 - altre buone fonti di acidi organici (acido citrico, malico, tartarico), come aceto o verdure fermentate,
 - acido eritorbico, usato come antiossidante negli alimenti processati, per aumentare la biodisponibilità del ferro (Fleming et al., 1998; Davidson, 2003; Colling et al., 2013; Henjum et al., 2021; Hallberg e Hulthén, 2000; Garcia-Casal et al., 1998; Kandiah, 2002; Gillooly et al., 1983; Craig, 1994; Doumani et al., 2020 e Fidler et al., 2004). In modo particolare, l'acido ascorbico, riducendo il Fe^{3+} a Fe^{2+} è il composto che più efficacemente incrementa la biodisponibilità del ferro non eme, che passa dal lume intestinale alle cellule del duodeno come ferro bivalente (Hunt e Roughead, 2000);
- evitare di consumare cacao, caffè o tè, incluse alcune tisane come quella alla menta piperita, durante i pasti, dal momento che i polifenoli in essi contenuti

potrebbero ridurre la biodisponibilità del ferro (Hurrell, Reddy e Cook 1999 e Coudray et al., 1997);

- evitare di consumare alimenti ricchi di calcio insieme ad alimenti ricchi di ferro, perché il calcio inibisce l'assorbimento del ferro (Coudray et al., 1997);
- utilizzare tecniche di preparazione quali la cottura, l'ammollo, la lievitazione e la germinazione per ridurre l'effetto inibitorio che i fitati esercitano sull'assorbimento del ferro contenuto in legumi, frutta secca e cereali integrali (Davidson, 2003 e Harland e Morris, 1995). L'ammollo di legumi e cereali attiva, infatti, le fitasi endogene che riducono il numero di fosfati legati all'inositolo esafosfato (fitato), indebolendo progressivamente la sua capacità di sequestrare in modo non specifico il ferro e favorendo l'assorbimento del ferro. Anche la fermentazione, utilizzata per esempio per ottenere il miso e il tempeh (Macfarlane et al., 1990), e l'uso del lievito madre per la lievitazione, attivando le fitasi, riducono ulteriormente la capacità dei fitati di sequestrare il ferro (Manary et al., 2002; Agnoli et al. 2017; Sandberg et al, 1999);
- cucinare salse acide, come la salsa di pomodoro, in pentole di ghisa, per aumentare il contenuto di ferro della salsa stessa (Sharma et al., 2021). Si evidenzia però che gli autori dello studio in questione raccomandano l'opportunità di ulteriori ricerche al fine di confermare l'efficacia di questa tecnica.

Alcuni autori hanno, poi, sottolineato l'opportunità di effettuare ulteriori studi per comprendere meglio il ruolo che potrebbe essere esercitato dalla fibra nell'influenzare l'assorbimento del ferro (Hurrel e Egli, 2010).

Le strategie sopra presentate risultano efficaci al fine di garantire il raggiungimento del fabbisogno quotidiano di ferro, ma diversi studi evidenziano che, per impostare un regime vegano senza il rischio di carenze, sia sufficiente molto meno. Il consumo su base quotidiana di un'adeguata quantità di legumi, infatti, sembrerebbe proteggere di per sé, nella maggior parte dei casi, dal rischio di carenze di ferro, zinco e proteine (Castro-Alba et al., 2019; Saunders et al., 2013; Lousuebsakul-Matthews et al., 2014 e Weikert et al., 2020). Altri studi evidenziano, infine, che l'effetto complessivo a lungo termine degli induttori e degli inibitori dell'assorbimento del ferro potrebbe essere meno importante di quanto si pensasse un tempo, dal momento che gli alimenti vengono consumati come parte di una dieta completa (Calder, 2010 e Armah et al., 2013).

Per quanto riguarda la quantità di ferro assunta, numerosi studi osservazionali, condotti su vegani in vari paesi, hanno rilevato un apporto di ferro addirittura più elevato nei vegani rispetto agli onnivori (Sanders et al., 1978; Haddad et al., 1999; Wilson e Ball, 1999; Hunt, 2003; Davey et al., 2003; Craig, 2010; Sobiecki et al., 2016; Schüpbach et al., 2017; Allès et al., 2017; García-Morant et al., 2020; Weikert et al., 2020; Mangels et al., 2021 e Bakaloudi et al., 2021). Diversi studi hanno anche indagato tra i vegani lo stato del ferro, che, come già evidenziato, non dipende solo dal quantitativo assunto ma anche dalla quantità assorbita, quindi dalla biodisponibilità del ferro. È emerso che lo stato nutrizionale del ferro tra i vegani è per lo più adeguato, con livelli di ferritina in un intervallo da normale a basso-normale, quest'ultimo soprattutto nelle donne pre menopausa (Gallego-Narbón et al., 2019; Ball e Bartlett, 1999; Wilson e Ball, 1999; Haddad et al., 1999; Alexander et al., 1994; Waldmann et al., 2004; Elorinne et al., 2016; Schüpbach et al., 2017; Weikert et al., 2020 e Henjum et al., 2021). In particolare è stato rilevato che, in presenza di un livello del ferro basso nei vegani, la causa potrebbe essere ragionevolmente identificata in un basso apporto di legumi (Waldmann et al., 2004).

I tassi di carenza di ferro risultano analoghi tra vegani, vegetariani e onnivori (Craig, 2010 e Weikert et al., 2020). Una dieta vegana equilibrata non espone quindi ad un maggior rischio di anemia sideropenica rispetto ad un regime onnivoro (Messina et al., 2004; Craig, 1994; Haider et al., 2018 e Ball e Bartlett, 1999) ed è associata a livelli di emoglobina adeguati (Craig, 1994 e Obeid et al., 2002).

A differenza di altri micronutrienti, oltre al rischio di carenza, occorre prestare particolare attenzione ad un altro fattore di rischio, almeno altrettanto grave: il rischio di eccesso. Esiste, infatti, un rischio significativo di tossicità se si accumulano quantità eccessive di ferro nell'organismo, che potrebbero causare ferroptosi, ossia morte cellulare programmata e dipendente dal ferro, caratterizzata dall'accumulo di ferro intracellulare e dalla conseguente perossidazione dei lipidi, favorita dall'insufficienza dei sistemi antiossidanti. Ferro e radicali liberi sono stati, in particolare associati, ad un aumentato rischio di danni alle cellule cardiache (Minotti et al., 2004 e Gamella et al., 2015). Per evitare accumuli eccessivi, esiste un sistema di controllo a feedback, finemente regolato, basato sull'epcidina, che agisce limitando, quando necessario, l'assorbimento del ferro (Beard e Han, 2009). I regolatori del metabolismo del ferro sono numerosi, includono geni che codificano per proteine di trasporto e recettori (Bogdan et al., 2016) e coinvolgono

anche i macrofagi, che possono aumentare la loro capacità di accumulare ferro, gestendone un quantitativo che risulterebbe tossico per altre cellule (Cairo et al., 2011 e Recalcati e Cairo, 2021).

L'organismo umano è quindi in grado di modulare l'assorbimento del ferro (influenzato principalmente dalla quantità di riserve di ferro e dal livello di attività eritropoietica), può gestirne tramite vari meccanismi l'accumulo, ma non controlla fisiologicamente l'escrezione del ferro immagazzinato in eccesso (Haider et al., 2018 e Correnti et al., 2024). Consumare grandi quantità di ferro eme, più biodisponibile del ferro eme, può, quindi, essere dannoso. Un elevato consumo di ferro eme è stato associato⁸, infatti, a un aumentato rischio di malattie croniche e degenerative, come diabete, sindrome metabolica e cancro del colon-retto (White e Collinson, 2013; Qi et al., 2007; Agarwal, 2013 e Cross et al., 2010). Dal punto di vista epidemiologico, tuttavia, le patologie con sovraccarico di ferro sono limitate a malattie genetiche come l'emocromatosi, in cui non viene prodotta un'adeguata quantità di epcidina, e le talassemie gravi, in cui il sovraccarico è causato da un esagerato assorbimento di ferro e dalle continue trasfusioni di sangue necessarie per mantenere adeguati livelli di globuli rossi.

Ad aumentare il rischio di eccesso di ferro accumulato potrebbe contribuire la tipica dieta occidentale, soprattutto laddove particolarmente ricca di grassi. Uno studio condotto nei topi ha dimostrato che una maggiore esposizione agli acidi grassi altera il metabolismo del ferro epatico, favorendo l'assorbimento e l'accumulo del ferro nonostante lo stato del ferro degli hepatociti e favorendo la steatosi epatica (Dongiovanni et al., 2015).

I vegetariani hanno in genere riserve di ferro inferiori, indicati da livelli sierici di ferritina inferiori, il che potrebbe essere un vantaggio poiché livelli sierici di ferritina inferiori sono stati associati a una migliore sensibilità all'insulina e a un ridotto rischio di diabete di tipo 2 (Haider et al., 2018 e Park et al., 2012).

Per gli adulti, i LARN propongono un fabbisogno medio di ferro pari a 7 mg/die per gli uomini e 10 mg/die per le donne (6 mg/die post menopausa). Per i vegani è consigliata

⁸ Si evidenzia che diabete, malattie epatiche e cardiache sono fortemente associate all'accumulo di ferro causato da malattie genetiche che sregolano l'assorbimento (emocromatosi) o da un eccesso di trasfusioni (talassemie gravi). L'associazione fra elevato consumo di ferro eme (quindi carne rossa) è molto meno forte, anche perché nella cosiddetta carne rossa non c'è solo ferro eme (molti dati sono stati ottenuti nei paesi anglosassoni che consumano carne rossa associata ad un elevato contenuto di grassi e altri composti (bacon, salsicce, wurstel, hot dog, ecc).

l'assunzione di un contenuto più elevato (x1,8), ma diversi autori evidenziano che tale raccomandazione è basata su studi limitati ed evidenziano la necessità di ulteriori approfondimenti prima di poter affermare la necessità di un'assunzione più elevata per i vegani rispetto agli onnivori (Saunders, 2013 e Armah et al., 2013).

2) Vitamine

Vitamina B12

Pur essendo necessaria solo in quantità minime (circa 1 mcg/die) e come cofattore di soli due enzimi (metionina sintasi e la (R)-metilmalonil-CoA mutasi), la vitamina B12 riveste un ruolo di primo piano per il nostro organismo. Questa vitamina, infatti, partecipa al processo di divisione cellulare, con particolare effetto su quella delle cellule a rapida proliferazione come i precursori degli eritrociti, al metabolismo dell'omocisteina, consente il corretto funzionamento del sistema nervoso, è coinvolta nel metabolismo di proteine e lipidi, interviene nella sintesi di proteine e acidi nucleici, partecipa alla riparazione del DNA, alla metilazione del genoma e ad altri processi di metilazione (Koury e Ponka, 2004; Kennedy, 2016; Martens et al., 2002). La vitamina B12 sembra essere, inoltre, coinvolta nella produzione di ossido nitrico, con importanti implicazioni a livello vascolare e immunitario (Wheatley, 2007).

Data la sua importanza, un deficit di vitamina B12 può risultare pericoloso e manifestarsi con diversi sintomi aspecifici (Rizzo et al. 2016), essendo associato ad un'ampia gamma di disturbi ematologici, gastrointestinali, psichiatrici e neurologici. A livello ematologico, la carenza di cobalamina può causare anemia grave, caratterizzata dall'aumento del volume corpuscolare medio eritrocitario, con sintomi quali dispnea da sforzo, affaticamento, insufficienza cardiaca ed edemi. I sintomi neuropsichiatrici possono precedere i segni ematologici e sono rappresentati da mielinopatia, neuropatia, demenza e, meno frequentemente, atrofia del nervo ottico. La manifestazione a carico del midollo spinale è caratterizzata da disestesia simmetrica, disturbo del senso di posizione e paraparesi o tetraparesi spastica. La neuropatia ottica si verifica occasionalmente nei pazienti adulti ed è caratterizzata da una perdita della vista simmetrica, indolore e progressiva (Briani et al., 2013). Un deficit severo può comportare anche perdita della

memoria, psicosi (Green e Miller, 2022) e risulta associato positivamente con lo sviluppo e la progressione dell’Alzheimer (Lauer et al., 2022).

Già a livello di sintomatologia da deficit di vitamina B12 è possibile evidenziare differenze tra vegani e onnivori. Nella popolazione generale, con un’alimentazione onnivora che in genere apporta solo quantità moderate di folati, la carenza di vitamina B12 si traduce in anemia macrocitica, mentre i danni ai nervi si verificano solo come possibile sintomo successivo. Al contrario, nei vegani, la dieta è tipicamente ricca di folati, il che può prevenire, per un lasso di tempo variabile, l’anemia macrocitica associata alla vitamina B12 e può quindi potenzialmente mascherarne la carenza impedendo una diagnosi precoce (Castillo et al., 2025; Berry, 2019 e Miller et al., 2024). Una carenza di vitamina B12 più lieve può comunque essere dannosa, soprattutto a lungo termine, poiché anche una carenza asintomatica di vitamina B12 sembra essere associata a un aumentato rischio di malattie cardiovascolari (Kwok et al., 2012), in particolare al rischio di ictus (Yahn et al., 2021) e a una possibile compromissione della funzione cerebrale (Çebi et al., 2022). Diversi autori evidenziano, però, che sono necessarie ulteriori ricerche per confermare e determinare i potenziali effetti avversi di una carenza lieve di vitamina B12 (Miao et al., 2021; Zhang, Luo et al., 2020; Wang et al., 2022).

Circa le fonti, è necessario evidenziare che la vitamina B12 è generalmente presente solo nei prodotti di origine animale e non si trova nelle piante o nei funghi (se non per contaminazione). In base alle attuali conoscenze, infatti, sembra possa essere sintetizzata solo da alcune specie di batteri, dagli archaea e forse da alcuni microrganismi eucarioti (Martens et al. 2002). Non esistono quindi adeguate fonti vegetali di vitamina B12, perché nessun alimento vegetale contiene quantità significative di vitamina attiva, tali da poter soddisfare il fabbisogno giornaliero. Neppure quei cibi che talvolta vengono indicati come possibili fonti di B12, come i prodotti a base di soia fermentata, le verdure a foglia, i funghi o la spirulina e altre alghe (Watanabe et al., 2014), possono essere utilizzati come tali dai vegani, che devono quindi assumere con continuità integratori per evitare stati di carenza (Bakaloudi et al., 2021 e Łuszczki et al., 2023). Nelle alghe, in particolare, si evidenzia la presenza di un analogo inattivo della cobalamina, che può contrastare l’assorbimento della vitamina B12 attiva (Watanabe et al., 2013).

L’importanza dell’assunzione continua e regolare di integratori per chi adotta una dieta vegana è supportata anche dal fatto che la carenza di vitamina B12 può richiedere anni

per svilupparsi negli adulti. Infatti, la maggior parte della B12 secreta nell'intestino attraverso la bile viene riassorbita, permettendo così di conservare, almeno in parte, le riserve corporee (Ross et al., 2011) e il fegato è in grado di accumulare riserve che possono durare per anni (Agnoli et al., 2017). Pertanto, un adeguato consumo regolare di vitamina B12 è essenziale per evitare una carenza subclinica che rischierebbe di passare inosservata per molto tempo.

Quanto alla biodisponibilità della vitamina B12, si evidenzia una differenza importante tra quella assunta tramite prodotti di origine animale e quella derivante da integratori. La prima è legata a proteine e presenta un assorbimento medio di circa il 35-50% (Ströhle et al., 2019); per essere assorbita deve, infatti, essere rilasciata dalle sue proteine leganti (Carmel, 1995). Le forme cristalline della vitamina B12 provenienti da integratori e alimenti fortificati, invece, sono in forma libera e possono combinarsi direttamente con l'aptocorrina, che offre protezione dall'acidità dei succhi gastrici, e successivamente con il fattore intrinseco, per l'assorbimento a livello intestinale. La vitamina B12 negli alimenti fortificati e negli integratori ha, quindi, una percentuale di assorbimento più elevata, pari circa al di 50% (Institute of Medicine, 2000).

L'integrazione di vitamina B12 richiede alcune accortezze, che discendono principalmente dalla sua modalità di assorbimento. Circa il 50% della B12 alimentare viene normalmente assorbita nell'ileo terminale attraverso recettori ileali e con la mediazione del fattore intrinseco, una glicoproteina secreta dalle cellule parietali della mucosa gastrica. I recettori ileali si saturano con 1,5-2 µg di B12; oltre questa quantità, quindi, la biodisponibilità della vitamina B12 diminuisce drasticamente. Quando si ingeriscono dosi elevate di B12 da integratori, data la rapida saturazione dei ricettori ileali, solo l'1% della dose viene assorbita attraverso i recettori del tratto intestinale (Norberg, 1999; Carmel, 2008; Ross et al., 2011 e Heinrich et al., 1965).

Una piccola frazione di vitamina B12 può, però, passare attraverso la parete intestinale per diffusione passiva e con dosi elevati, derivanti dall'assunzione di integratori, questa piccola frazione può risultare rilevante (Heinrich et al., 1965).

Pertanto, occorre prestare attenzione alle dosi e modalità di assunzione per raggiungere il fabbisogno quotidiano. In soggetti sani, la percentuale assorbita diminuisce sensibilmente all'aumentare della quantità di vitamina B12 ingerita (Heinrich et al., 1965 e Carmel, 2008):

- dosi orali di 10–50 µg determineranno un assorbimento inferiore al 15% e pari a circa 1,5 µg;
- dosi orali di circa 1–2 µg (da alimenti fortificati o integratori) determinano un assorbimento del 50%, pari a circa 0,5-1 µg.

Per raggiungere il fabbisogno quotidiano, quindi, la SINU (2018) raccomanda di procedere all'integrazione rispettando i seguenti dosaggi e frequenze:

Tabella 1. Assunzioni raccomandate di integratori alimentari di vitamina B12 nei vegetariani					
Età	LARN* (PRI) [§] (µg/die)	EFSA** (AI) ^{§§} (µg/die)	Più assunzioni giornaliere	Monoassunzione giornaliera (µg/die)	Più assunzioni settimanali
6 - 12 mesi	0.7	1.5	1 µg x2	5	-
1 - 3 anni	0.9	1.5	1 µg x2	5	-
4 - 6 anni	1.1	1.5	2 µg x2	25	-
7 - 10 anni	1.6	2.5	2 µg x2	25	-
11 - 14 anni	2.2	3.5	2 µg x3	50	1000 µg x2
15 - 64 anni	2.4	4.0	2 µg x3	50	1000 µg x2
65+ anni	2.4	4.0	2 µg x3	50	1000 µg x2
Gravidanza	2.6	4.5	2 µg x3	50	1000 µg x2
Allattamento	2.8	5.0	2 µg x3	50	1000 µg x2

* Livelli di Assunzione di Riferimento di Nutrienti ed energia per la popolazione italiana ** European Food Safety Authority [§]Population Reference Intake ^{§§}Adequate intake

Osservando la tabella si evince facilmente che all'aumentare del numero di dosi⁹ assunte diminuisce la quantità della stessa dose.

Gli integratori di vitamina B12 sono generalmente venduti nella forma di gocce o compresse sublinguali o masticabili. Sebbene l'integratore di metilcobalamina sia spesso pubblicizzata come la forma più efficace di B12, la sua biodisponibilità non sembra superiore a quella della cianocobalamina, che è la forma di B12 più stabile, quella normalmente utilizzata negli studi sull'assorbimento e anche la più comunemente utilizzata negli alimenti fortificati e in molti integratori (Wang et al., 2021; Martens et al., 2002; Obeid et al., 2015; Sawangjit et al., 2020; Hadinata et al., 2020; Paul e Brady, 2017 e Carmel, 2008).

⁹ Le dosi fanno riferimento all'assunzione di cianocobalamina.

Sebbene livelli di vitamina B12 elevati siano normalmente considerati sicuri, alcuni autori evidenziano che l'ipervitaminosi potrebbe comportare rischi rilevanti, dal momento che risulterebbe associata a rischio di cancro (in particolare al polmone) e a patologie epatiche (Tsilidis et al., 2021; Serraj et al., 2011 e Lacombe et al., 2021).

Si evidenzia, inoltre, che, poiché la B12 plasmatica include quantità variabili della forma metabolicamente inattiva complessata con l'aptocorrina circolante, lo stato della B12 viene valutato in modo ottimale nei vegetariani utilizzando i marcatori di omocisteina, olotranscobalamina II e acido metilmalonico (SINU, 2014; Rizzo et al., 2016 e Mangels et al., 2021).

In conclusione, a differenza di tutti i nutrienti esaminati nei paragrafi precedenti, per i quali una dieta vegana equilibrata risulta facilmente in grado di soddisfare il fabbisogno giornaliero, per la vitamina B12 risulta ormai evidente come i vegani non possano prescindere dall'assunzione di integratori, che, se utilizzati correttamente, consentono un adeguato apporto e il mantenimento di uno stato ottimale di vitamina (Weikert et al., 2020 e Melina et al., 2016). Uno studio condotto nel 2020 ha evidenziato che questa consapevolezza è ormai diffusa tra chi sceglie un'alimentazione plant-based, anche se la maggior parte dei vegani intervistati non aveva fatto ricorso ad un nutrizionista (Marciniak et al., 2021). Tuttavia, numerosi studi osservazionali, condotti sui vegani in tutto il mondo, indicano che una percentuale variabile, ma talvolta elevata (tra il 15% e 39%) , di vegani non utilizza integratori e spesso non assume, quindi, quantità sufficienti per mantenere uno stato adeguato di vitamina B12 (Haddah et al., 2020; Benham et al., 2021 e García-Morant et al., 2020).

III. Stati fisiologici particolari

I paragrafi seguenti sono volti a valutare se sia possibile adottare una dieta vegana, senza particolari complessità, anche in stati fisiologici particolari e caratterizzati da una variazione nelle richieste di energia e nutrienti, quali: gravidanza, allattamento, età infantile, adolescenziale, anziana e pratica sportiva.

1) Gravidanza e allattamento

Il concetto di "programmazione precoce" sottolinea come lo stile di vita (inclusa l'alimentazione) di una donna incinta influisca significativamente sulla salute del nascituro (Palma et al., 2023), evidenziando l'importanza dello stato nutrizionale di una madre. In gravidanza e fino alla fine del periodo dell'allattamento, si assiste ad un incremento delle richieste energetiche da parte dell'organismo e anche all'aumento del fabbisogno di svariati nutrienti. Diverse studi concordano nel riconoscere le diete vegane come sicure in gravidanza, purché siano regimi ben pianificati e in grado quindi di soddisfare gli aumentati fabbisogni (ADA, 2009; Piccoli et al., 2015; Melina et al., 2016; Sebastiani et al., 2019; Baroni et al., 2019 e Agnoli et al., 2017).

Vi sono studi che hanno rilevato, per le gravide con diete vegetariane, una maggior probabilità di avere neonati piccoli per la loro età gestazionale (Thomas e Ellis, 1977; Avnon et al., 2021; Yisahak et al., 2021 e Kesary et al., 2020). Tali risultati, tuttavia, non sembrano necessariamente riconducibile alla dieta vegana in sé, ma possono essere dovuti a un BMI medio pre-gravidanza troppo basso o ad un aumento di peso inadeguato durante la stessa gravidanza. Se il regime vegano adottato è ben equilibrato, il peso alla nascita dei neonati e la durata della gestazione sono simili nelle gravidanze vegane e non (Pistollato et al., 2015; Thomas et al., 1977; Tan et al., 2019 e Zulyniak et al., 2017). Le donne vegane ben nutritte, inoltre, producono latte materno adeguato dal punto di vista nutrizionale, quindi in grado di supportare adeguatamente la crescita e lo sviluppo del neonato (Pawlak, 2017; Craig e Mangels, 2009; NSCBPA, 1988; Baroni et al., 2017; Pawlak et al., 2018 e Karcz e Królak-Olejnik, 2021)

Per quanto riguarda i vantaggi di una dieta a base vegetale in gravidanza, è possibile evidenziare il minor rischio di diabete gestazionale, di ipertensione, di nascita pre-termine (Palma et al., 2023 e Raghavan et al., 2019), di preeclampsia, di esposizione ad agenti tossici (Thomas et al., 1977), di assumere troppo peso, oltre ad ulteriori benefici derivanti dal buon contenuto di folati e fibre (Rizzo et al., 2013; Kesary et al., 2020 e Koebnick et al., 2001). Un ulteriore vantaggio riguarda direttamente il neonato, che risulterebbe meno esposto al rischio di diabete, difetti del tubo neurale e alcuni tumori (Thomas et al., 1977).

Si tratta a questo punto di comprendere come e con quali eventuali difficoltà si possa realizzare una dieta vegana in grado di soddisfare adeguatamente le richieste della gravidanza e dell'allattamento.

È opportuno, innanzitutto, evidenziare che il fabbisogno nutrizionale, durante la gravidanza e l'allattamento, non differisce tra vegani e onnivori (Mangels et al., 2021).

Vi sono, però, nutrienti a cui i vegani devono prestare particolare attenzione, ossia: fibre, proteine, DHA, zinco, ferro, iodio, calcio, vitamina D e vitamina B12. In particolare:

- Le fibre tendono ad essere abbondanti nei regimi vegani. Un'assunzione regolare di alimenti ricchi di fibre, da un lato, influisce positivamente sulla ricchezza del microbiota intestinale (Röytö et al., 2017), aiutando a combattere la stitichezza, un sintomo che spesso si accompagna alla gravidanza (Turkina, 2016). D'altro canto, il consumo di fibre nelle donne vegane in gravidanza non deve però essere tale da causare una riduzione eccessiva dell'assorbimento di nutrienti, tanto più in una situazione di maggiore fabbisogno (Baroni et al., 2017), soprattutto durante il secondo e il terzo trimestre, quando la capacità gastrica diminuisce a causa dell'aumento dello spazio addominale richiesto dal feto. In questi trimestri, dovrebbero essere preferiti succhi di frutta e verdura, cereali raffinati, legumi decorticati e alimenti ad alto contenuto proteico, energetico e senza fibre come latte di soia, tofu e yogurt di soia (Baroni et al. 2019);
- Per le donne vegane in gravidanza e allattamento, le proteine dovrebbero essere assunte in quantità leggermente superiori, incrementando l'apporto circa del 10% (Kniskern e Johnston, 2011 e Agnoli et al., 2017). In particolare, le donne vegane dovrebbero consumare porzioni aggiuntive di cereali, alimenti vegetali ricchi di proteine (legumi, latte di soia, yogurt di soia, tofu, tempeh e analoghi della carne a base di grano o proteine di soia) e noci e semi soprattutto durante il secondo e il terzo trimestre di gravidanza e durante l'allattamento, per soddisfare il maggiore fabbisogno proteico (Baroni et al., 2017). Un apporto proteico inadeguato è infatti associato ad un minor peso del neonato alla nascita (Cooper et al., 1984);
- Durante la gravidanza, le concentrazioni di DHA nel sangue possono risultare più basse in vegani e vegetariani, rispetto ai livelli registrati negli onnivori. Anche il DHA nel sangue del cordone ombelicale risulta più basso nei neonati di madri che limitano o escludono i prodotti di origine animale dalla loro alimentazione (Lakin

et al., 1998). Lo stesso trend si evidenzia dagli esami del latte materno: le concentrazioni di DHA nel latte materno di vegani e vegetariani risultano inferiori alla media (Perrin et al., 2019). Si tratta, comunque, di una criticità facilmente gestibile tramite l'assunzione di integratori di DHA, integrazione che è generalmente consigliata anche alle donne onnivore perché la supplementazione di omega-3 è associata a una maggiore durata gestazionale e a un ridotto rischio di parto pretermine (Kar et al., 2016 e Middleton et al., 2018). Sebbene alcuni studi evidenzino che le diete vegane ben pianificate soddisfano il fabbisogno di acidi grassi omega-3 durante la gravidanza e l'allattamento (Baroni et al., 2017 e Baroni et al., 2018), considerando che in queste fasi il processo di conversione dell'ALA potrebbe non essere sufficiente rispetto all'aumentato fabbisogno di DHA e considerando i minori livelli registrati a livello ematico e di latte materno, chi sceglie un'alimentazione vegana dovrebbe assumere durante tutta la gravidanza e l'allattamento integratori di DHA da micro-alge (Davis e Melina, 2014; Mangels et al., 2021; Baroni et al., 2017; Ryan e Symington, 2015 e Greenberg et al., 2008);

- Le aumentate richieste di zinco possono essere soddisfatte lavorando su due livelli: aumentando l'assunzione e rendendo più efficace l'assorbimento (King, 2000). L'effetto inibitorio esercitato dai fitati sull'assorbimento dello zinco si riduce significativamente nell'ultimo trimestre della gravidanza e all'inizio dell'allattamento, l'organismo è quindi in grado di incrementare l'assorbimento a fronte delle incrementate richieste (Hambidge et al., 2017). Alcuni studi hanno evidenziato, inoltre che durante l'allattamento, se le madri vegane hanno un apporto adeguato di zinco, lo stato di questo minerale nei neonati allattati al seno non differisce da quello dei figli di madri onnivore (NSCBPA, 1988);
- Durante la gravidanza, il fabbisogno di ferro aumenta considerevolmente, fino quasi a raddoppiare, e, sebbene anche il suo assorbimento risulti aumentato (Institute of Medicine, 2001), le linee guida dell'Organizzazione Mondiale della Sanità raccomandano di assumere con regolarità alimenti ricchi di ferro e, laddove necessario, integratori di ferro a basso dosaggio. Questa raccomandazione si estende a tutte le donne, indipendentemente dal regime alimentare (WHO, 2016). Sebbene alcuni autori evidenzino l'opportunità, per le donne vegane in gravidanza, di incrementare dell'80% l'assunzione di ferro (Melina et al., 2016),

una dieta vegana equilibrata può facilmente garantire un apporto di ferro superiore ai fabbisogni. Durante l'allattamento, invece, il fabbisogno di ferro diminuisce rapidamente ritornando ai livelli ante gravidanza (Baroni et al., 2017);

- Per quanto concerne lo iodio, è opportuno evidenziare che non solo che in gravidanza vi è un aumentata richiesta ma anche che la carenza di iodio è molto diffusa in tutto il mondo e non sempre diagnosticata prima di una gravidanza. Per garantire il raggiungimento del fabbisogno di iodio, alcuni autori suggeriscono, quindi, oltre all'uso di sale iodato, l'assunzione di un integratore di iodio da 150 µg/die a tutte le donne in gravidanza e in allattamento, ma questo indipendentemente dal regime alimentare (Staganaro-Green et al., 2011);
- Durante la gravidanza il fabbisogno di calcio e vitamina D non aumenta, tuttavia risulta particolarmente importante evitare carenze di questi nutrienti. Calcio e vitamina D sono, infatti, entrambi nutrienti la cui carenza in gravidanza può comportare svariati rischi, come ad esempio quelli di ridotta crescita intra-uterina, ipertensione, pre-eclampsia e nascita pre-termine (Shen et al., 2015; Tammo et al., 2022; Palacios et al., 2019).
- Un apporto adeguato di vitamina B12 è particolarmente importante durante la gravidanza e l'allattamento. I neonati di madri vegane da molto tempo che vengono allattati al seno sono a rischio di carenza di vitamina B12, se la dieta della madre non è adeguatamente integrata. I sintomi di carenza di vitamina B12 sono particolarmente gravi nei neonati allattati al seno con un latte carente di questa preziosa vitamina. Questi sintomi includono: ritardo della crescita, ritardo dello sviluppo o regressione psicomotoria, letargia, anemia e problemi neurologici (Dror e Allen, 2008 e Hasbaoui et al., 2021). È quindi di grande importanza, per le donne vegane in gravidanza e in allattamento l'assunzione quotidiana di integratori di vitamina B12 (Pawlak et al., 2018 e Mangels et al., 2021). Sebbene contengano il 100% della dose giornaliera raccomandata di vitamina B12, i comuni multivitaminici pre e postnatali sono associati negativamente alla concentrazione di B12 nel latte materno delle donne vegane, perché solo una frazione della B12 che forniscono viene assorbita. Le madri vegane in gravidanza e in allattamento dovrebbero essere incoraggiate ad assumere un integratore individuale di B12,

non un multivitaminico, e a scioglierlo sotto la lingua o masticarlo lentamente per aumentarne l'assorbimento (Agnoli et al., 2017 e Pawlak et al., 2018).

Si evidenzia inoltre che, sebbene i neonati di madri vegane registrino un tasso di crescita al limite inferiore della norma nei primi sei mesi, la loro crescita rientra negli intervalli di normalità (Dwyer et al., 1978). Questa crescita meno rapida sarebbe imputabile, secondo alcuni autori, alla maggiore propensione delle madri vegane e vegetariane ad allattare al seno per un periodo di tempo più lungo rispetto alla media (Sanders, 1988).

Sono stati condotti anche studi su neonati alimentati con latte artificiale a base di isolato di soia, (indipendentemente dall'integrazione di metionina) e i risultati non indicano differenze significative nella crescita rispetto ai neonati alimentati con le formule convenzionali a base di latte vaccino (Fomon et al., 1973) e anche i marcatori ematici del metabolismo proteico sono simili (Fomon et al., 1973 e Lasekan et al., 1999). Un ulteriore studio non ha riscontrato differenze nell'altezza o nel peso medio tra i giovani adulti alimentati con latte artificiale a base di soia e quelli alimentati con latte vaccino per diversi mesi durante l'infanzia (Strom et al., 2001).

In conclusione una dieta vegana adeguata, che includa una buona varietà di alimenti vegetali e fonti affidabili di vitamina B12 (tramite integratori), risulta idonea a supportare le donne in gravidanza e allattamento (ADA, 2009; Magryś e Bronowicka-Adamska, 2025 e Baroni et al., 2017) e a contribuire ad un'adeguata crescita dei neonati (Agnoli et al., 2017).

2) Infanzia e adolescenza

Infanzia e adolescenza sono periodi molto rilevanti ai fini della crescita. Nel primo anno di vita peso e altezza devono aumentare rapidamente, poi il tasso di crescita diminuisce leggermente, sebbene sia ancora piuttosto rapido fino ai 24 mesi. Successivamente, peso e altezza aumentano costantemente fino alla pubertà, quando si verifica un picco nella velocità di crescita (Baroni et al., 2019). L'alimentazione di bambini e adolescenti deve, quindi, risultare idonea per sostenere gli aumentati fabbisogni in queste fasi.

A tal proposito, la posizione della SINU (Agnoli et al., 2017) è concorde con il Comitato sulla Nutrizione dell'American Accademy of Pediatrics (AAP, 2020): una dieta vegana

adeguata dal punto di vista nutrizionale è appropriata in ogni fase della vita, incluse infanzia e adolescenza, e supporta adeguatamente la crescita.

Una successiva review della letteratura (Sutter e Bender, 2021), che esamina gli studi esistenti in tema di alimentazione vegana nell'infanzia, conferma come, con poche eccezioni, i bambini vegani abbiano una crescita normale, con il vantaggio di una riduzione importante dei tassi di obesità (Sabaté e Wien, 2010). Viene però evidenziato come sia necessaria un'adeguata pianificazione e integrazione da parte dei genitori e come non risultino attualmente disponibili dati relativi alla frequenza con cui i bambini vegani seguano effettivamente diete ben equilibrate.

Anche durante il periodo adolescenziale, una dieta vegana correttamente pianificata può soddisfare i fabbisogni di energia e nutrienti (Amit, 2010 e Sabaté et al., 1990), risulta però sempre opportuno monitorare la crescita e prestare particolare attenzione all'apporto di alcuni nutrienti, come dettagliato nei paragrafi seguenti.

In una dieta vegana ben pianificata, per supportare la crescita durante l'infanzia e l'adolescenza, si devono, quindi, tenere in particolare considerazione alcuni aspetti:

- L'apporto energetico. Nonostante le diete vegane presentino spesso una minore densità energetica rispetto alle diete onnivore, generalmente i bambini vegani risultano e avere un apporto calorico adeguato e in linea con quello dei bambini onnivori (Sanders, 1995). Un ruolo importante è svolto da alimenti quali soia e suoi derivati, frutta secca e semi, che nell'infanzia, in particolare, possono essere assunti in forma di creme. Questi alimenti rappresentano ottime fonti di energia, sono caratterizzati da alta densità calorica e nutrizionale e aiutano a supportare adeguatamente le fasi di crescita nei regimi vegani (Sanders, 1995). Soprattutto nei bambini più piccoli in rapida crescita, tra i 6 e i 24 mesi, per evitare sazietà precoce, malassorbimento dei nutrienti e scarsa crescita, tutti gli alimenti offerti dovrebbero, inoltre, essere il più possibile poveri di fibre e ricchi di energia e nutrienti. I pasti principali dovrebbero essere, quindi, a base di cereali raffinati, legumi decorticati e burri di frutta secca e semi, e si dovrebbero preferire frutta e verdura passate nel passaverdure (per ridurre il contenuto di fibra). La frutta dovrebbe essere offerta come spuntino insieme ad alimenti più nutrienti come cereali, yogurt e creme di frutta secca e semi (Mangels e Messina, 2001 e Mangels et al., 2011);

- L'apporto di proteine e, in particolare, di amminoacidi essenziali. Per garantire il raggiungimento del fabbisogno proteico a chi segue una dieta vegana, alcuni autori (Mangels et al., 2021 e Messina e Mangels, 2001) suggeriscono di aumentare l'apporto proteico
 - del 30% - 35% per i bambini fino a due anni di età,
 - del 20% - 30% per i bambini dai due ai sei anni e
 - del 15% - 20% per quelli di età superiore ai sei anni.

Questo incremento sarebbe volto a compensare la minore biodisponibilità delle proteine di origine vegetale. Alcuni autori evidenziano, però, come il fabbisogno proteico dei bambini e degli adolescenti vegani sia generalmente soddisfatto semplicemente garantendo che la loro dieta contenga un idoneo apporto energetico e una buona varietà di fonti di proteine vegetali, con consumo frequente di vari tipi di cereali e legumi (Melina et al., 2016). Non risulta, inoltre, necessario combinare proteine complementari ad ogni singolo pasto, soprattutto per i bambini che mangiano spesso durante il giorno (Young e Pellet, 1994), anche se è emerso un vantaggio nel consumare proteine complementari a intervalli inferiori alle 6 ore nei bambini di età inferiore ai 2 anni (Messina e Mangels, 2001). A conferma che i bambini vegani hanno un adeguato apporto proteico, alcuni studi condotti sui bambini in età prescolare hanno evidenziato che il loro tasso di crescita rientra nell'intervallo di normalità, nonostante presentino spesso, inizialmente, una statura inferiore e siano più magri rispetto ai coetanei onnivori (Sanders, 1988; O'Connor et al., 2011 e Yen et al., 2008). Ulteriori ricerche condotte su bambini tra i 4 e i 10 anni confermano un tasso di crescita analogo tra bambini vegani e onnivori (O'Connell et al., 1989 e Hebbelinck et al., 1999). Infine, studi aventi ad oggetto la fascia d'età dell'adolescenza riscontrano un apporto proteico che tende ad essere adeguato e analogo nei vegani e negli onnivori (Larsson et al., 2002);
- L'apporto di lipidi e, in particolare, di acidi grassi essenziali. I bambini vegani sembrano avere un minor apporto di lipidi rispetto agli onnivori (Sanders, 1992), con effetti sulla crescita che risultano, tuttavia, trascurabili (Attwood, 1998). Le diete vegane sono carenti di acidi grassi omega-3 a catena lunga, DHA e EPA (Messina e Mangels, 2001), esibiscono per livelli più elevati di acidi grassi

omega-6, che possono inibire la conversione del precursore acido linolenico in DHA ed EPA (Specker, 1994). In uno studio che ha confrontato il profilo degli acidi grassi, a livello sierico, nei bambini vegani e onnivori, infatti, è emerso come tutti i vegani presentino livelli di ALA e un rapporto il rapporto n-6:n-3 più elevati rispetto ai bambini onnivori, ma i livelli più bassi di EPA, DHA e n-3 (Krajcovicová-Kudlácková, et al., 1997). Per l'alimentazione dei bambini vegani viene, pertanto, raccomandato di evitare l'eccesso di oli ricchi di omega 6 (quali l'olio di girasole) e di oli tropicali e si suggerisce di includere nella dieta fonti adeguate di acido linolenico (oli di semi di lino e di canola, noci e semi di chia), per consentire un'adeguata sintesi di EPA e DHA (Messina e Mangels, 2001), nonché l'utilizzo di integratori di DHA da microalghe. In particolare, in Italia si raccomanda a tutti i bambini dai 6 mesi ai 3 anni di età l'assunzione, in aggiunta alla normale alimentazione, di 100 mg/die di DHA, indipendentemente dal tipo di dieta (SINU, 2014). Anche gli acidi grassi trans possono inibire la sintesi degli acidi grassi omega-3 a catena lunga e, quindi, dovrebbero essere limitati (Dwyer et al., 1980).

Le diete vegane, offrono, però, anche vantaggi a livello di apporto lipidico, in particolare, in bambini e adolescenti vegani, risulterebbe inferiore, rispetto ai coetanei onnivori, l'apporto di grassi saturi e di colesterolo (Larsson e Johansson, 2002) e le diete vegane low-fat si sono rivelate efficaci per trattare bambini con obesità e ipertensione (Macknin et al., 2015);

- L'apporto di zinco. Come per la popolazione generale, anche in bambini e adolescenti vegani, la carenza di zinco è rara, a patto che la dieta vegana comprenda una buona varietà di alimenti (ADA, 2020). L'apporto di zinco risulta simile nei bambini vegani e onnivori (Sanders e Purves, 1981), si ricorda, tuttavia, che la biodisponibilità di questo minerale in una dieta vegana è ridotta dall'elevato contenuto di fibre e fitati, motivo per cui è utile ricorrere alle strategie già menzionate per incrementare la biodisponibilità dello zinco nei delicati periodi di crescita di infanzia e adolescenza (Baroni et al, 2019);

- L'apporto di ferro. La carenza di ferro¹⁰ è piuttosto diffusa tra tutti i bambini, indipendentemente dal tipo di dieta (Borgna-Pignatti e Marsella, 2008). Anche la carenza di ferro, come quella dello zinco, è, tuttavia, rara, se la dieta vegana è sufficientemente varia (ADA, 2020).

Per quanto riguarda l'apporto di ferro, da studi diversi emergono evidenze, in parte, contrastanti: alcuni autori evidenziano una minor assunzione di ferro nei bambini vegani, rispetto agli onnivori (Laskowska-Klita et al., 2011). Altre ricerche mostrano nei bambini vegani assunzioni di ferro superiori persino ai livelli raccomandati, che raggiungono quantità persino doppie rispetto alle assunzioni dei coetanei onnivori (Sanders, 1988).

I bambini vegani in età prescolare e scolare sembrano, comunque, avere generalmente un apporto adeguato di ferro (Fulton et al., 1980 e Sanders e Manning, 1992) e non sono state riscontrate associazioni tra dieta vegana nei bambini e anemia sideropenica (Sanders, 1988): le evidenze indicano, infatti, per i bambini vegani livelli sierici di ferro adeguati e simili a quelli riscontrati negli onnivori (Laskowska-Klita et al., 2011).

Tuttavia, l'Institute of Medicine (2001) suggerisce di prestare attenzione al fatto che i bambini vegani consumino 1,8 volte più ferro rispetto ai bambini onnivori, per garantire che i loro bisogni nutrizionali siano soddisfatti.

Anche negli adolescenti vegani si riscontrano livelli sierici di ferro adeguati, seppur inferiori rispetto a quelli dei coetanei onnivori (Krajcovicová-Kudlácková et al., 1997). In uno studio svedese, condotto su adolescenti nell'arco di 6 mesi, è stata confrontata l'assunzione di ferro di entrambi i sessi tra coetanei vegani e onnivori. L'assunzione di ferro nei maschi è risultata simile. Le femmine vegane, invece, sembrano consumare più ferro delle onnivore e la loro assunzione è risultata anche superiore all'assunzione di riferimento per la popolazione (PRI); in tutti i casi l'assunzione di ferro rientrava nell'intervallo raccomandato. I marcatori del ferro sierico, però, sono risultati inferiori al normale sia nelle femmine vegane sia nelle

¹⁰ Per valutare lo stato del ferro, si ricorda che è opportuno non limitarsi alla sideremia, che è un parametro molto variabile e poco affidabile, ma occorre affiancare questa analisi alla misurazione della trasferrina, per calcolare la saturazione, così da avere un'idea della disponibilità di ferro, e della ferritina, che è indice dei depositi.

onnivore, mentre si sono registrati valori normali nei maschi sia vegani sia onnivori. Questi risultati sembrano indicare che la perdita di sangue mestruale è responsabile dei livelli di ferro più bassi e che la dieta (vegana o onnivora) non ha alcuna influenza.

Come già evidenziato, non è opportuno ragionare sul ferro solo in termini di quantità assunta, data la grande differenza nella biodisponibilità di questo minerale a seconda delle fonti di provenienza. Sono già state presentate numerose strategie che aiutano a migliorare la biodisponibilità del ferro non eme, strategie che i genitori vegani dovrebbero conoscere ed implementare (Gibson et al., 2014 e Baroni et al., 2019; Messina e Mangels, 2001).

Un ulteriore supporto al raggiungimento del fabbisogno giornaliero può essere rappresentato dai numerosi cereali per l'infanzia arricchiti con ferro presenti in commercio, che possono essere utili per massimizzare il contenuto di ferro nella dieta soprattutto nei primi 2 anni di vita, quando i cereali integrali dovrebbero essere limitati (Mangels e Messina, 2001);

- L'apporto di iodio. Il fabbisogno di iodio può essere soddisfatto utilizzando sale iodato o integratori di origine algale nelle diete povere di sodio. In Italia si suggerisce un consumo giornaliero di circa 3,3-5 g di sale iodato per bambini e adolescenti, pari a circa 100 - 150 µg di iodio (Baroni et al., 2018). I neonati dai 6 ai 12 mesi di età soddisfano il loro fabbisogno di iodio attraverso il latte materno e artificiale e non si dovrebbe aggiungere sale agli alimenti per neonati (Mangels e Messina, 2001);
- L'apporto di calcio e vitamina D. Alcuni studi evidenziano come, in media, i bambini vegani abbiano un apporto di calcio inferiore alle assunzioni raccomandate (Messina et al., 2003; Fulton et al., 1980; Sanders e Manning, 1992 e Sanders e Purves, 1981). Le principali fonti di calcio per bambini e adolescenti vegani includono latte vegetale fortificato e verdure a foglia verde, alimenti che devono essere consumati regolarmente (Craig et al., 2021). Anche l'utilizzo di acqua calcica, data l'elevata biodisponibilità del calcio in essa contenuto, può essere utile per raggiungere i fabbisogni (Heaney, 2006).

Il calcio è, infatti, un minerale essenziale durante la crescita, quando la massa ossea si espande ed è pertanto un nutriente a cui prestare particolare attenzione

in bambini e adolescenti vegani, che non consumano latticini (Larsson e Johansson, 2002 e Agnoli et al., 2017). Il fabbisogno di calcio, durante le fasi di crescita, è soddisfatto includendo da 3 a 5 porzioni¹¹ al giorno di alimenti ricchi di calcio (Baroni et al., 2019) e quando il fabbisogno calorico è superiore a 3.000 kcal, il conteggio delle porzioni di alimenti ricchi di calcio non risulterebbe neppure necessario, poiché la varietà della dieta fornirebbe di per sé un apporto adeguato di questo minerale (Baroni et al., 2019).

Il metabolismo del calcio è, inoltre, strettamente associato allo stato della vitamina D, che dipende principalmente dall'esposizione al sole. Per questo motivo, tutti i bambini che vivono ad alte latitudini, indipendentemente dal tipo di dieta, sono a rischio di carenza (Kagova et al., 2015). Sia i neonati allattati al seno sia quelli alimentati con latte artificiale, fino a 1 anno di età, dovrebbero ricevere quotidianamente un'integrazione con 400 UI di vitamina D (Wagner e Greer, 2008). A partire dall' anno di età, se l'esposizione al sole non è adeguata, alcuni autori suggeriscono di raggiungere la dose giornaliera raccomandata di vitamina D, ossia 600 UI (LARN, 2014), proseguendo con l'utilizzo di integratori (Wacker e Holick, 2013);

- L'apporto di vitamina B12. Come per gli adulti, non si può prescindere dall'utilizzo di integratori per garantire il raggiungimento del fabbisogno di vitamina B12. I bambini (sin dallo svezzamento) e gli adolescenti vegani devono assumere regolarmente integratori di vitamina B12 per mantenerne uno stato adeguato (Mangels et al., 2011; Craig et al., 2021 e Mangels e Messina, 2001), diversamente il rischio di incorrere in gravi carenze di vitamina B12 è elevato (Jensen, 2023 e Ambroszkiewicz et al., 2006).

Alcuni autori (Baroni et al., 2019) hanno, infine, evidenziato come per pianificare adeguatamente una dieta vegana equilibrata e idonea a supportare la normale crescita nei periodi di infanzia e adolescenza sia, di fatto, sufficiente fare attenzione a 3 criteri basilari:

¹¹ Come descritte nel paragrafo dedicato a questo minerale, una porzione fornisce circa 125 mg di Calcio)..

1. Varietà: occorre includere nell'alimentazione quotidiana un'ampia varietà di alimenti vegetali, come cereali, legumi e loro derivati, frutta secca e semi, verdura e frutta.
2. Focus sui grassi: è importante scegliere attentamente i grassi vegetali e consumare buone fonti di acidi grassi n-3, come semi di lino, semi di chia e noci.
3. Attenzione ad alcuni micronutrienti: è necessario includere fonti affidabili di calcio e prestare attenzione allo stato di vitamina B-12 e vitamina D.

I risultati emersi confermano, quindi, che è possibile pianificare adeguatamente una dieta vegana, che con utilizzo dell'integrazione di vitamina B12, è in grado di fornire le quantità raccomandate di nutrienti essenziali, amminoacidi inclusi, per favorire una normale progressione di altezza e peso nei bambini e negli adolescenti e può essere vantaggiosa per la salute (Sutter e Bender, 2021).

3) Età anziana

Gli anziani hanno generalmente un fabbisogno energetico ridotto, sebbene il loro fabbisogno di nutrienti sia spesso simile o superiore a quello dei giovani adulti. La scelta di diete ricche di nutrienti è, quindi, particolarmente importante per gli anziani.

In letteratura sono presenti svariati studi che indagano le conseguenze derivanti dalle scelte alimentari di anziani vegetariani, ma pochi prendono in esame la scelta vegana. Esistono comunque evidenze, seppur limitate, che indicano come l'apporto di nutrienti per gli anziani che adottano un regime vegano equilibrato sia paragonabile a quello degli anziani onnivori (Mangels et al., 2021).

Per quanto riguarda i fabbisogni, si evidenzia come per gli anziani siano raccomandati, in particolare, livelli di assunzione superiori di proteine, vitamina B12, calcio e vitamina D (Institute of Medicine, 2011; Deutz et al., 2014 e SINU, 2014).

Per sopprimere all'incremento delle richieste di proteine, innanzitutto, l'Institute of Medicine (2011) raccomanda agli anziani che adottano un regime vegano di consumare due o tre volte al giorno alimenti ad alto contenuto proteico, come i prodotti a base di soia (tra cui tofu, bevande di soia, yogurt di soia), legumi, frutta secca e semi e analoghi della carne.

Alcuni studi, inoltre, confrontando l'assunzione di proteine in donne anziane cinesi vegane e onnivore, hanno evidenziato che la percentuale di proteine assunta è inferiore nelle vegane e non sempre soddisfa i livelli raccomandati; tuttavia, i marcatori sierici dello stato proteico non sembrano differire tra le donne anziane vegane e onnivore (Lau et al., 1998). Infine, una dieta vegana ben bilanciata, che fornisca una buona varietà di fonti proteiche di origine vegetale, non compromette i tassi giornalieri di sintesi proteica a livello muscolare rispetto ad una dieta onnivora, isocalorica e isoproteica, negli anziani fisicamente attivi (Domic et al., 2025).

Per quanto riguarda il calcio e la vitamina D, occorre, poi, evidenziare che il rischio di insufficienza di vitamina D negli anziani è incrementato da svariati fattori, tra cui una minore sintesi dermica e renale (MacLaughlin e Holick, 1985 e Tsai et al., 1984), un apporto alimentare inadeguato e una limitata esposizione al sole. Uno studio condotto in Cina (Lau et al., 1998) ha rilevato che tra le donne vegetariane da oltre 30 anni (sia vegane sia latto-ovo-vegetariane) l'assunzione media di calcio risulta significativamente inferiore rispetto alle onnivore ed è anche significativamente inferiore nelle vegane rispetto alle latto-ovo-vegetariane. La BMD (bone mineral density, ossia densità minerale ossea) al collo del femore, ma non alla colonna vertebrale, è risultata inferiore nelle vegetariane rispetto alle onnivore, ma non è stata osservata alcuna differenza tra vegani e latto-vegetariani. Al fine di tutelare la salute delle ossa, potrebbero, quindi, essere necessari alimenti fortificati e/o integratori per soddisfare i fabbisogni di calcio e vitamina D negli anziani che scelgono un regime alimentare privo di prodotti di origine animale (Craig et al., 2021 e Kraselnik, 2024).

Per quanto riguarda, infine, il fabbisogno di vitamina B12, si evidenzia che la causa principale della carenza negli anziani è l'assorbimento alterato di questa vitamina dagli alimenti (Allen, 2009). L'assorbimento della vitamina B12 ottenuta da alimenti fortificati e integratori non è, invece, in genere alterato, quindi le raccomandazioni invitano gli anziani a utilizzare alimenti fortificati e integratori come fonti primarie di vitamina B12, indipendentemente dalle loro scelte alimentari (Institute of Medicine, 2011). Occorre prestare particolare attenzione a questa vitamina, perché la carenza di B12 negli anziani è correlata negativamente con la funzionalità cognitiva, con sintomi che includono rallentamento mentale, deficit di memoria, deficit di attenzione e demenza (Briani et al., 2013).

A supporto dell'adeguatezza di una dieta vegane ben pianificata anche nella fase di vita anziana, si ricorda, infine, uno studio (Deriemaeker et al., 2010) che mostra come l'assunzione giornaliera media di minerali, ferro incluso, e i marcatori sierici del ferro rilevati negli anziani vegani risultino entro i limiti della normalità e non differiscano significativamente dai controlli onnivori.

4) Atleti

La dieta vegana può soddisfare le esigenze nutrizionali degli atleti ad ogni livello: se ben pianificata, risulta idonea sia per gli atleti amatoriali sia per i professionisti (Melina et al., 2016). La scelta di una dieta vegana equilibrata è associata, infatti, ad un buono stato di salute e rappresenta una valida alternativa ai regimi onnivori anche per gli atleti (Wirnitzer et al., 2018 e Nebl et al., 2019).

A testimonianza del fatto che è effettivamente possibile associare un regime vegano allo sport ad alti livelli, si ricorda che sono molti gli atleti che hanno optato per un'alimentazione vegana, tra cui, ad esempio: Mirco Bergamasco, ex atleta della nazionale italiana di rugby; Dorothy Lee Bausch, campionessa statunitense di ciclismo; Massimo Brunaccioni, bodybuilder italiano; Venus e Serena Williams, campionesse mondiali di tennis; Lewis Hamilton, pilota britannico più volte campione mondiale di formula 1; Carl Lewis, atleta che ha collezionato 10 medaglie olimpiche e 10 mondiali nell'atletica leggera; Patrick Baboumian, considerato l'uomo più forte del mondo dopo le sue vittorie in numerose competizioni di sollevamento pesi; Scott Jurek, ultrarunner di fama internazionale; Héctor Bellerín, calciatore spagnolo difensore del Betis e Meagan Duhamel, che ha vinto numerosi campionati mondiali di pattinaggio artistico su ghiaccio¹². Alcuni autori hanno, addirittura, ipotizzato che una dieta vegetariana, equilibrata dal punto di vista nutrizionale, aiuti a ottimizzare l'allenamento e le prestazioni, principalmente grazie al suo alto contenuto di carboidrati (Nieman, 1988; Nieman, 1999 e Shaw et al., 2022) e all'elevato contenuto di fitocomposti (Craddock et al., 2016 e Shaw et al., 2022). Altri studi hanno, poi, mostrato come atleti amatoriali che seguono una dieta vegana presentino una migliore funzionalità e morfologia cardiaca, con, in particolare, pareti cardiache meno spesse e migliore funzionalità diastolica e sistolica registrata a

¹² <https://www.ioscelgoveg.it/10-campioni-dello-sport-vegan/> consultato il 12/10/2025.

livello del ventricolo sinistro (Król et al., 2020). Una recente review della letteratura sul tema, tuttavia, ha permesso di evidenziare come nella pratica, alla luce delle attuali conoscenze, le diete vegane ben pianificate non sembrino migliorare né compromettere le prestazioni (West et al., 2023). In particolare, non sembrano apportare vantaggi né svantaggi a livello di forma fisica (Nieman, 1999), di resistenza aerobica durante la corsa (Snyder et al., 1989 e Williams, 1985), di funzionalità polmonare, di prestazioni nelle attività aerobiche e anaerobiche, di circonferenza di gambe e braccia, di forza muscolare, di forza della schiena e non incidono sui livelli sierici di emoglobina e proteine (Hanne et al., 1986). Ad oggi, sembrano comunque essere necessarie ulteriori ricerche per determinare se un'alimentazione priva di prodotti di origine animale possa effettivamente migliorare il recupero e attenuare i danni ossidativi e l'infiammazione che si verificano con un allenamento pesante, soprattutto negli atleti professionisti (Craig et al., 2021 e Lynch et al., 2018).

Appurato che i regimi vegani sono compatibili con la pratica sportiva, si pone il problema di definire come sia strutturata l'alimentazione ottimale di un atleta, per valutare la pianificazione della stessa senza l'utilizzo di prodotti di origine animale. L'alimentazione di un atleta richiede l'ottimizzazione dell'apporto di energia, macronutrienti e micronutrienti e potenzialmente la selezione oculata di integratori alimentari, che possano aiutare a raggiungere gli obiettivi di allenamento e prestazione del singolo atleta (West et al., 2023).

Gli atleti vegani, innanzitutto, devono accertarsi di assumere quantità adeguate quei nutrienti che si trovano in quantità minori negli alimenti vegetali o che sono assorbiti meno bene dalle fonti vegetali rispetto ai prodotti animali (Shaw et al., 2022). Occorre in particolare prestare attenzione a:

- **Apporto energetico.** Tra i benefici delle diete vegane vi è la bassa densità calorica: come già evidenziato, l'elevato contenuto di fibre dei regimi vegani permette, infatti, a queste diete di offrire un elevato volume di alimenti a fronte di un ridotto contenuto di calorie (Newby, 2009 e Lynch et al., 2018). Quello che può essere un vantaggio per la popolazione generale può, tuttavia, rivelarsi uno svantaggio per gli atleti con elevate richieste energetiche: se un atleta non assume sufficienti calorie, rischia di avere una bassa disponibilità di energia, con impatti negativi sulla salute fisica e mentale, nonché sulle prestazioni (Mountjoy et al., 2018). Per

garantire un apporto energetico adeguato, viene suggerito agli atleti di monitorare il proprio peso e di prestare attenzione ad eventuali perdite di peso. Tra le strategie che possono aiutare gli atleti vegani a raggiungere un apporto energetico adeguato alcuni autori (Lis et al., 2019) segnalano in particolare:

- consumare da cinque a otto pasti e spuntini al giorno;
- ridurre gli alimenti ricchi di fibre;
- privilegiare alimenti ad alta densità energetica, come frutta secca e semi oleaginosi, burri di frutta secca e semi, avocado, mix di frutta essicata, hummus e granola;
- Apporto proteico. Alcuni atleti potrebbero avere difficoltà a soddisfare il proprio fabbisogno proteico nell'ambito di una dieta vegana, soprattutto se il fabbisogno calorico è eccezionalmente elevato. Come già evidenziato, infatti, a causa dell'elevato contenuto di fibre una dieta vegana tende a essere molto saziente rendendo difficile per gli atleti l'ottenimento di abbastanza proteine per supportare una sintesi proteica muscolare ottimale.

Alcuni autori (Rodriguez et al., 2009; ADA, 2000 e Venderley e Campbell 2006) hanno formulato raccomandazioni per gli atleti vegetariani basate sul fabbisogno proteico degli atleti onnivori corretto per la ridotta digeribilità delle proteine vegetali. Pertanto, il fabbisogno proteico giornaliero per gli atleti che praticano sport aerobici è stato definito pari a 1,2–1,4 g/kg di peso corporeo/giorno, mentre per gli sport di forza è stato suggerito un fabbisogno di 1,6–1,7 g/kg di peso corporeo/giorno; agli atleti vegetariani è stato consigliato di aumentare l'assunzione di proteine del 10%, portandola a 1,3–1,8 g/kg di peso corporeo/giorno, rispettivamente per gli sport aerobici e di forza. Se un atleta ha difficoltà a soddisfare il fabbisogno proteico, l'utilizzo di un integratore di proteine può essere una valida strategia. Diversi integratori proteici vegani sono stati oggetto di studio e hanno dimostrato di essere efficaci nel migliorare la risposta ipertrofica all'esercizio fisico e/o le prestazioni fisiche, come la soia (Candow et al., 2006), il fagiolo mungo (Bartholomae et al., 2019), l'avena (Xia et al., 2018), il riso (Joy et al., 2013), il pisello (Banaszek et al., 2019) e la canapa (Kaviani et al., 2016). Un integratore di proteine vegano, formulato con diverse fonti proteiche, può apportare benefici rispetto all'integrazione con un'unica fonte, garantendo

l'assunzione di tutti gli amminoacidi essenziali (Zello, 2006). Un integratore a base di proteine della soia può essere, infine, di particolare interesse per il suo elevato contenuto di leucina (Rogerson, 2017);

- Apporto di carboidrati. L'elevata concentrazione e la tipologia di carboidrati che caratterizzano una dieta vegana equilibrata possono offrire vantaggi in termini di prestazioni fisiche, aiutando gli atleti a soddisfare il fabbisogno di carboidrati per i loro livelli di attività, garantendo concentrazioni ottimali di glicogeno e prevenendo l'affaticamento precoce (Barnard et al., 2019). Le diete vegane salutari tendono anche ad essere ricche di alimenti a basso indice glicemico, con il vantaggio di limitare l'aumento della glicemia in seguito all'assunzione di carboidrati. Una ridotta risposta glicemica, traducendosi in una riduzione della concentrazione di insulina, faciliterebbe la lipolisi durante l'esercizio fisico (Gao e Chilibeck, 2020). Uno studio, per esempio, ha evidenziato che le lenticchie, un alimento a basso indice glicemico, consumate prima dell'esercizio fisico tendono a preservare meglio il glicogeno muscolare durante una simulazione di prestazione calcistica, rispetto a un pasto con lo stesso apporto calorico e di macronutrienti, ma contenente patate e uova (Little et al. 2010). Occorre ovviamente prestare attenzione anche all'elevato contenuto di fibre, tipico delle diete vegane. Un eccesso di fibre è, infatti, associato a disturbi gastrointestinali, soprattutto nelle gare di endurance (Jeukendrup, 2017), e può avere un impatto negativo sulla digeribilità delle proteine (Adams et al., 2018);
- Apporto di acidi grassi. Secondo alcuni autori (Philpott et al., 2019) l'integrazione con acidi grassi omega-3 può essere efficace nel migliorare l'adattamento muscolare, il metabolismo energetico, il recupero muscolare e la prevenzione degli infortuni, indipendentemente dai modelli alimentari seguiti. Per ottimizzare le proprie prestazioni, quindi, gli atleti dovrebbero prestare attenzione a raggiungere livelli di assunzione ottimali, soprattutto se adottano una dieta vegana, carente di acidi grassi essenziali a lunga catena. Questa raccomandazione è particolarmente rilevante per gli atleti di endurance (Craddock et al., 2022);
- Apporto di micronutrienti. Sebbene tutti i micronutrienti, ad eccezione della vitamina B12, possano essere presenti in quantità adeguate in una dieta vegana ben pianificata, alcuni richiedono particolare attenzione nell'ambito della pratica

sportiva. Per gli atleti in particolare, indipendentemente dalla dieta, l'integrazione può essere utile per prevenire o trattare carenze nutrizionali, soprattutto relativamente a zinco, ferro, calcio, vitamina D e vitamina B12 (Maughan et al., 2018 e Larson-Meyer et al., 2018).

- Zinco. Negli atleti l'escrezione urinaria di zinco può aumentare a fronte di allenamenti intensi (Clarkson e Haymes, 1994). Gli atleti vegani possono aumentare l'apporto di zinco incrementando la quantità di alimenti ricchi di questo minerale, come fagioli, cereali integrali, frutta secca, semi di zucca e semi di canapa. Sebbene tutti questi alimenti contengano fitati, se ben rappresentati nell'alimentazione quotidiana, possono apportare quantità idonee di zinco sufficientemente biodisponibile (Fuhrman e Ferreri, 2010);
- Ferro. Gli allenamenti intensi causano infiammazione che è associata ad un minore assorbimento di ferro e si caratterizzano per un aumento delle perdite di ferro attraverso il sudore e a causa del ripetuto contatto dei piedi con il terreno, che danneggia i globuli rossi e ne riduce l'emivita (DellaValle e Haas, 2012). Le donne possono essere ulteriormente a rischio a causa delle perdite di ferro durante le mestruazioni (Badenhorst et al., 2021). Inoltre, una maggiore eritropoiesi, comune nella pratica sportiva ad alti livelli, potrebbe contribuire ad incrementare il fabbisogno di ferro (Pedlar et al., 2018). Chi pratica sport di resistenza, quindi, dovrebbe verificare di avere un apporto sufficiente di alimenti vegetali ricchi di ferro e aumentare i fattori dietetici che ne migliorano l'assorbimento (Saunders et al., 2013). Con l'aumento del fabbisogno di ferro negli atleti e la diffusa prevalenza di carenza di ferro in tutte le popolazioni, alcuni autori suggeriscono, inoltre, l'utilizzo di integratori di ferro per massimizzare le prestazioni, in particolare per gli atleti di resistenza (Nabhan et al., 2020 e Sim et al., 2019). Oltre alle conseguenze negative già descritte riconducibili alla carenza di ferro, si evidenzia che gli atleti in stato di carenza di ferro tendono ad avere una potenza aerobica ridotta a causa di una riduzione della capacità di trasporto dell'ossigeno e, quindi, una maggiore dipendenza dal metabolismo anaerobico (Sim et al., 2019);

- Calcio e vitamina D. Le atlete che faticano a raggiungere il fabbisogno di energia e nutrienti e possono presentare in amenorrea potrebbero, in particolare, beneficiare dell'utilizzo di integratori di calcio (1500 mg/giorno insieme a 1500-2000 UI di vitamina D) per ottimizzare la salute delle ossa (Cialdella-Kam et al., 2016 e Thomas et al., 2016). Mantenere un livello adeguato di vitamina D, inoltre, è particolarmente importante per gli atleti, dato il suo ruolo nel corretto funzionamento del sistema immunitario, nella modulazione infiammatoria, nelle prestazioni fisiche e nella salute generale (Yoon et al., 2021; Larson-Meyer e Willis., 2010; He et al., 2016 e Owens et al., 2018);
- Vitamina B12. Come tutti coloro che seguono una dieta vegana, anche gli atleti che non consumano prodotti di origine animale non possono esimersi dall'utilizzare un integratore di vitamina B12. Oltre agli effetti negativi sulla salute, la carenza di vitamina B12 è associata a una ridotta produzione di metionina, che porta a una minore biosintesi della creatina e potenzialmente a una riduzione delle prestazioni fisiche (Mahmood, 2014).

Alcuni autori hanno, infine, evidenziato che l'integrazione di creatina e β-alanina (precursore della carnosina) potrebbe essere particolarmente utile per gli atleti vegani, poiché le diete prive di prodotti di origine animale sono associate a livelli più bassi di creatina e di carnosina muscolari (Maughan et al., 2018; Brown, 2018 e Watt et al., 2004). Queste integrazioni risulterebbero utili soprattutto per ottimizzare le prestazioni negli esercizi di breve durata e ad alta intensità: la creatina è, infatti, un componente della fosfocreatina, che è un'importante fonte di carburante durante l'esercizio fisico ad alta intensità e di breve durata; la carnosina, invece, è una molecola importante per le prestazioni fisiche in quanto è un tampone intracellulare, che agisce come difesa immediata contro l'accumulo di protoni nella muscolatura in contrazione durante l'esercizio, ritardando l'affaticamento.

In conclusione, gli atleti vegani, come la maggior parte degli atleti in generale, possono trarre beneficio dall'educazione sulle scelte alimentari per ottimizzare la salute, raggiungere le massime prestazioni (Larson-Meyer e Ruscigno, 2020) e definire in modo personalizzato l'eventuale assunzione di integratori (Nieto et al., 2025). A supporto della

pianificazione di una dieta vegana per gli atleti, alcuni autori hanno proposto uno strumento semplice per facilitare la composizione dei pasti, il VegPlate (Baroni et al., 2023), che aiuta a definire un piano alimentare completo e vario. Le raccomandazioni nutrizionali in caso di intensa pratica sportiva dovrebbero considerare il livello di allenamento di ciascun atleta, in particolare intensità e frequenza, lo sport praticato, la stagione, gli obiettivi di prestazione e le preferenze alimentari. Le diete vegane che soddisfano il fabbisogno energetico e contengono una buona varietà di fonti proteiche di origine vegetale, in particolare le diete ricche di soia, legumi, frutta secca, semi oleaginosi, quinoa e cereali, possono fornire proteine adeguate in qualità e quantità per supportare la maggior parte delle esigenze di allenamento (Craig et al., 2021).

Discussione

Dall’analisi dei risultati, emerge come una dieta vegana, seppur con alcune accortezze e con la necessaria integrazione della vitamina B12, possa soddisfare le richieste di energia e dei vari nutrienti in tutte le fasi della vita e anche nell’ambito della pratica sportiva (Amit et al., 2010; PHAC, 2010; Baroni et al., 2018; Baroni et al., 2019 e Baroni et al., 2023).

Occorre sottolineare come tali evidenze derivino da una letteratura scientifica sulle diete plant-based che negli ultimi anni è cresciuta in modo significativo, ma che, tuttavia, presenta ancora alcuni limiti strutturali, che è opportuno esplicitare per una corretta interpretazione dei risultati:

- 1) Molti studi sui vegetariani, ancora relativamente pochi sui vegani.

Storicamente, gran parte della produzione scientifica ha utilizzato il termine “vegetariano” per includere pattern alimentari diversi (latto-ovo-vegetariani, latto-vegetariani, pesco-vegetariani), mentre i lavori specifici sui vegani rimangono numericamente inferiori. Anche nelle grandi coorti, come EPIC-Oxford, i gruppi vegani sono presenti, ma in proporzione minore rispetto a onnivori e ad altri sottogruppi vegetariani; ciò riflette la più recente diffusione del veganismo e può ridurre la potenza statistica per analisi mirate esclusivamente ai vegani.

Anche molte delle review della letteratura e delle meta-analisi combinano studi su vegetariani e vegani, si evidenzia, quindi, la necessità di più studi disegnati ad hoc per campioni vegan ben caratterizzati, al fine di dare maggiore robustezza alle evidenze ad oggi emerse.

- 2) Prevalenza di studi osservazionali rispetto agli sperimentali.

Il corpo principale dell’evidenza deriva da coorti prospettiche, studi trasversali e casi-controllo (EPIC-Oxford; studi nazionali su stato nutrizionale; indagini nei diversi paesi) che permettono ampie numerosità ma non hanno lo stesso valore degli studi sperimentali che consentono una migliore definizione dei legami causa-effetto tra fattori analizzati e risultati sulla salute. Gli studi sperimentali randomizzati sulle diete vegane esistono, ma sono decisamente meno numerosi: due esempi sono lo studio sperimentale controllato e randomizzato (RCT – randomized controlled trial) su gemelli monozigoti, che confronta la variazione di parametri metabolici dopo 8 settimane di dieta onnivora vs vegana (JAMA

Network Open 2023) in 22 coppie di e il recente RCT su adulti anziani attivi, che confronta direttamente l'impatto di una dieta vegana ben bilanciata con una onnivora sull'anabolismo muscolare. Entrambi forniscono evidenze preziose, ma non compensano ancora la predominanza degli studi osservazionali nella letteratura complessiva.

- 3) Nei trials disponibili, campioni spesso ristretti e talvolta poco rappresentativi.

Quando presenti, i trials clinici sulla dieta vegana tendono ad arruolare numeri contenuti e popolazioni selezionate, con conseguenze negative sulla generalizzabilità dei risultati emersi: i gemelli monozigoti californiani (controllo genetico eccellente, ma contesto socio-culturale omogeneo) e gli "active older adults" del cross-over o gli atleti (endurance o forza) in studi trasversali non sono necessariamente ben rappresentativi della popolazione generale su cui gli studi vorrebbero traslare i risultati.

Anche diversi studi su bambini e adolescenti o su campioni nazionali specifici, riportati in bibliografia, hanno dimensioni ridotte o risalgono a periodi in cui l'offerta di alimenti fortificati e integratori non era comparabile a quella attuale, fattori che possono sovra- o sotto-stimare i rischi nutrizionali in chiave moderna.

Nel complesso, la lettura critica della letteratura porta a due considerazioni operative.

Innanzitutto emerge come la pianificazione sia necessaria: molte "criticità" attribuite alla dieta vegana si ridimensionano quando la dieta è ben pianificata e supportata da strategie note (varietà delle fonti proteiche, gestione degli omega-3 a lunga catena, attenzione a calcio/zinco, integrazione di vitamina B12, eventuale vitamina D).

Infine emerge la necessità di una ulteriore agenda di ricerca: servono studi sperimentali più lunghi, multicentrici, con campioni più ampi e diversificati, che considerino anche gli esiti "hard" (eventi clinici) oltre ai biomarcatori e presentino un'accurata caratterizzazione dietetica dei partecipanti vegani, con attenzione a caratteristiche quali l'aderenza, la fortificazione, l'integrazione, la qualità degli alimenti.

Di seguito si riassumono alcune caratteristiche dei principali studi analizzati, che risultano caratterizzati da campioni ristretti e/o rappresentatività limitata.

Area	Studio (come citato in tesi)	Disegno/ Popolazione	Criticità principali
Cardiometabolico	Landry et al., 2023 (JAMA Netw Open) – gemelli identici, onnivori vs vegani.	RCT su gemelli monozigoti ; intervento su 8 settimane, con campione di 44 soggetti	Campione ridotto e altamente selezionato (gemelli, setting USA); durata breve; limitata generalizzabilità esterna.
Metabolismo muscolare (anziani attivi)	Domić et al., 2025 (J Nutr) – cross-over RCT su anziani attivi	Randomizzato, cross-over; evidenze su sintesi proteica muscolare.	Campione ridotto , popolazione molto specifica (“active older adults”); endpoints intermedi, non esiti clinici a lungo termine.
Sportivi endurance (profilo omega-3)	Craddock et al., 2022 (J Am Nutr Assoc) – uomini atleti endurance vegani vs onnivori, cross-sectional.	Osservazionale trasversale su atleti maschi.	Campione ridotto , solo maschi, → scarsa rappresentatività.
Cardiologia nello sport	Król et al., 2020 (Diagnostics) – “Vegan athlete’s heart” con ecocardiografia.	Osservazionale in atleti vegani.	Campione ridotto , coorte di atleti, marcatori surrogati.
Stato nutrizionale – Finlandia	Elorinne et al., 2016 (PLoS One) – vegani vs non-vegetariani finlandesi.	Osservazionale; n vegani molto ridotto (studio piccolo).	Sottocampione vegano ridotto , specificità geografica/culturale, possibili bias di selezione.
Micronutrienti - Svizzera	Schüpbach et al., 2017 (Eur J Nutr) – onnivori/vegetariani/vegani.	Osservazionale; sottogruppo vegano relativamente piccolo.	Sottocampione vegano ridotto , single-country.
Bambini/ adolescenti (storici)	O’Connell et al., 1989 (Farm Study); Dwyer et al., 1978/1980; Fulton et al. (anni ’70-’80).	Osservazionali, comunità specifiche, epoca pre-fortificazione diffusa.	Campioni esigui , contesti non attuali, bassa trasferibilità al panorama odierno (alimenti fortificati/integratori).
Gravidanza (lipidi/FA)	Lakin et al., 1998 – acidi grassi in gravide onnivore/vegetariane/diabetiche.	Osservazionale, coorte mista.	Campione ridotto , contesto datato; pratica clinica/nutrizionale cambiata.

Gli studi EPIC-Oxford (es. Crowe et al., 2011 su 25-OH-D; Davey et al., 2003 su caratteristiche di stile di vita) sono esempi virtuosi di grandi coorti, ma rimangono osservazionali (confondimento residuo, causalità non inferibile).

Conclusione

Prima di poter trarre una conclusione circa la necessità e il livello di complessità nella pianificazione di una dieta vegana completa ed equilibrata, occorre ricordare che anche le diete onnivore non sono necessariamente di per sé sane. Non basta, infatti, aderire ad un regime alimentare che presenti tra i suoi componenti prodotti di origine animale per assicurarsi un corretto apporto di energia e nutrienti (Neufingerl e Eilander, 2021). Soprattutto in alcune fasi fisiologiche delicate, quali ad esempio la gravidanza, l'allattamento, la crescita, l'età anziana, e nella pratica sportiva, qualunque regime alimentare dovrebbe richiedere attenzione nella definizione dei pasti. Diversi autori hanno anche evidenziato come la dieta onnivora che caratterizza il nostro paese, così come altri in cui tipicamente si consumano prodotti mediterranei, non sia più automaticamente identificabile con la dieta Mediterranea, i cui benefici sono ampiamente noti, ma somigli sempre più alla cosiddetta "Western Diet", povera di fibre e fitocomposti e ricca di grassi saturi e zuccheri semplici (Cardamone et al., 2023).

Appurato quindi che qualunque regime alimentare richiederebbe un minimo di pianificazione, è innegabile che le diete vegane, che restringono il numero di prodotti a cui attingere per la composizione dei pasti, richiedano un'attenzione particolare nella scelta degli alimenti. È comunque bene sottolineare che, sebbene spesso inquadrate in termini di carenze, le diete vegane sono, in realtà, ricche di un'ampia varietà di alimenti: cereali, legumi (inclusa la soia e i suoi derivati), verdure, frutta, frutta secca e semi oleaginosi, grassi vegetali, erbe e spezie (Melina et al., 2016 e Agnoli et al., 2017).

Per garantire una buona pianificazione, in sostanza, i criteri da seguire sono pochi (Baroni, 2015):

1. Consumare grandi quantità e un'ampia varietà di alimenti vegetali, privilegiando l'assunzione di cibi integrali o minimamente trasformati: una dieta vegana può essere automaticamente adeguata dal punto di vista nutrizionale se soddisfa il fabbisogno calorico e include una buona varietà di alimenti ricchi di nutrienti, non troppo processati, appartenenti a tutti i gruppi alimentari vegetali. Le uniche eccezioni riguardano la tarda gravidanza, l'infanzia e la prima infanzia, quando l'assunzione di fibre deve essere limitata;

2. Scegliere attentamente i grassi vegetali, senza eccedere, e consumare buone fonti di acidi grassi omega-3 e oli ricchi di acidi grassi monoinsaturi, evitando i grassi trans e oli tropicali (olio di cocco, palma e palmisti) per non inibire la conversione dell'ALA in omega-3 a lunga catena. Anche durante l'infanzia e la prima infanzia, quando i grassi, invece, non devono essere limitati, occorre comunque che siano scelti con cura;
3. Assumere quantità adeguate di calcio e prestare attenzione allo stato della vitamina D: è sufficiente aumentare l'assunzione di alimenti ricchi di calcio di origine vegetale. Invece, poiché nessun tipo di dieta può fornire quantità adeguate di vitamina D, le raccomandazioni per la vitamina D sono le stesse valide per la popolazione generale;
4. Assumere quantità adeguate di vitamina B12: l'assunzione di fonti affidabili di vitamina B12 è fondamentale per una dieta vegana ben pianificata, poiché lo stato di vitamina B12 può essere compromesso, nel tempo, in tutti i soggetti vegani che non la integrano.

Se, quindi, una dieta vegana mal pianificata può portare a inadeguatezze nutrizionali, con una corretta pianificazione dietetica e un'integrazione personalizzata, le diete vegane possono supportare la salute a lungo termine (Malhotra e Lakade, 2025) ed essere idonee in qualunque fase della vita (Baroni et al., 2018). L'integrazione, inoltre, resta una valida scelta per supportare questi regimi, visto che può determinare un impatto profondo sull'apporto di nutrienti, contribuendo efficacemente al raggiungimento dei fabbisogni quotidiani (Storz et al., 2025).

Dalle analisi effettuate emerge come la letteratura sulla dieta vegana sia ampia e in aumento, a testimonianza ulteriore dell'interesse e della rilevanza crescente del tema. Le attuali evidenze, che potrebbero sicuramente beneficiare della conferma da altri studi, soprattutto di tipo sperimentale, mostrano come ci siano diversi nutrienti a cui è necessario prestare attenzione, ma permettono anche di cogliere la relativa facilità con cui è possibile gestire tali aspetti.

In conclusione, sulla base delle conoscenze attuali, con poche accortezze è possibile adottare un regime vegano completo ed equilibrato. Alla luce di tali evidenze, sarebbe interessante progettare studi sperimentali applicando la dieta vegana in diversi contesti

(mense aziendali, scolastiche, ospedaliere) e valutarne la sostenibilità in tema di costi e benefici.

Bibliografia e sitografia

AAP - American Academy of Pediatrics Committee on Nutrition (2020). *Nutritional aspects of vegetarian diets*. In: Kleinman R.E., Greer F.R., editors. Pediatric Nutrition. 8th ed. American Academy of Pediatrics; Itasca, IL, USA.

Abioye AI, Okuneye TA, Odesanya AO, Adisa O, Abioye AI, Soipe AI, Ismail KA, Yang JF, Fasehun LK e Omotayo MO (2021). *Calcium Intake and Iron Status in Human Studies: A Systematic Review and Dose-Response Meta-Analysis of Randomized Trials and Crossover Studies*. J Nutr, 151(5).

ADA – American Diet Association (2009). *Position of the American Dietetic Association: Vegetarian Diets*. Journal of the American Dietetic Association, 109(7).

ADA – American Diet Association (2000). *Position of Dietitians of Canada, the American Dietetic Association, and the American College of Sports Medicine: nutrition and athletic performance*. Can J Diet Pract Res, 61.

Adams S, Sello CT, Qin GX, Che D e Han R (2018). *Does dietary fiber affect the levels of nutritional components after feed formulation?* Fibers, 6(2).

Agarwal U (2013). *Rethinking Red Meat as a Prevention Strategy for Iron Deficiency*. Infant Child. Adolesc. Nutr, 5.

Aglago EK, Huybrechts I, Murphy N, Casagrande C, Nicolas G, Pisched T, Fedirko V, Severi G, Boutron-Ruault MC, Fournier A, Katzke V, Kühn T, Olsen A, Tjønneland A, Dahm CC, Overvad K, Lasheras C, Agudo A, Sánchez MJ, Amiano P, Huerta JM, Ardanaz E, Perez-Cornago A, Trichopoulou A, Karakatsani A, Martimianaki G, Palli D, Pala V, Tumino R, Naccarati A, Panico S, Bueno-de-Mesquita B, May A, Derkzen JWG, Hellstrand S, Ohlsson B, Wennberg M, Van Guelpen B, Skeie G, Brustad M, Weiderpass E, Cross AJ, Ward H, Riboli E, Norat T, Chajes V e Gunter MJ (2020). *Consumption of Fish and Long-chain n-3*

Polyunsaturated Fatty Acids Is Associated With Reduced Risk of Colorectal Cancer in a Large European Cohort. Clin Gastroenterol Hepatol. 18(3).

Agnoli C, Baroni L, Bertini I, Ciappellano S, Fabbri A, Papa M, Pellegrini N, Sbarbati R, Scarino ML, Siani V e Sieri S (2017). *Position paper on vegetarian diets from the working group of the Italian Society of Human Nutrition.* Nutr Metab Cardiovasc Dis, 27(12).

Ajomiwe N, Boland M, Phongthai S, Bagiyal M, Singh J, Kaur L (2024). *Protein Nutrition: Understanding Structure, Digestibility, and Bioavailability for Optimal Health.* Foods, 13(11).

Alejandro-Vega S, Giannantonio G, Darias-Rosales J, Jáudenes-Marrero JR, Hardisson A, Sagratini G, González-Weller D, Gutiérrez AJ, Rubio-Armendáriz C e Paz-Montelongo S (2025). *Are the legumes (*Glycine max*, *Vigna radiata*, *Vigna angularis*, *Vigna mungo*) a valuable dietary source of trace elements?* Journal of Food Composition and Analysis: 146.

Alexander D, Ball M J e Mann J (1994). *Nutrient intake and haematological status of vegetarians and age-sex matched omnivores.* European Journal of Clinical Nutrition, 48(8).

Allen LH (2009). *How common is vitamin B-12 deficiency?* Am J Clin Nutr, 89(2).

Allès B, Baudry J, Méjean C, Touvier M, Péneau S, Hercberg S e Kesse-Guyot E (2017). *Comparison of Sociodemographic and Nutritional Characteristics between Self-Reported Vegetarians, Vegans, and Meat-Eaters from the NutriNet-Santé Study.* Nutrients, 9(9).

Ambroszkiewicz J, Klemarczyk W, Chełchowska M, Gajewska J e Laskowska-Klita T (2006). *Serum homocysteine, folate, vitamin B12 and total antioxidant status in vegetarian children.* Adv Med Sci, 51.

American Dietetic Association; Dietitians of Canada (2003). *Position of the American Dietetic Association and Dietitians of Canada: Vegetarian diets.* J Am Diet Assoc, 103(6).

Amit M (2010). *Canadian Paediatric Society, Community Paediatrics Committee, Vegetarian diets in children and adolescents*. Paediatrics & Child Health, 15(5).

Anderson BM, Gibson RS e Sabry JH (1981). *The iron and zinc status of long-term vegetarian women*. Am J Clin Nutr, 34.

Appleby P, Roddam A, Allen N e Key T (2007). *Comparative fracture risk in vegetarians and nonvegetarians in EPIC-Oxford*. Eur J Clin Nutr, 61(12).

Armah SM, Carriquiry A, Sullivan D, Cook JD e Reddy MB (2013). *A Complete Diet-Based Algorithm for Predicting Nonheme Iron Absorption in Adults*, 2. The Journal of nutrition, 143(7).

Arterburn LM, Hall EB e Oken H (2006). *Distribution, interconversion, and dose response of n-3 fatty acids in humans*. Am J Clin Nutr.

Arterburn LM, Oken HA, Hoffman JP, Bailey-Hall E, Chung G, Rom D, Hamersley J e McCarthy D (2007). *Bioequivalence of Docosahexaenoic acid from different algal oils in capsules and in a DHA-fortified food*. Lipids 42(11).

Ashkar F e Wu J (2023). *Effects of Food Factors and Processing on Protein Digestibility and Gut Microbiota*. J Agric Food Chem.

Attwood CR (1998). *Low-fat diets for children: practicality and safety*. Am J Cardiol. 82(10B).

Avnon T, Paz Dubinsky E, Lavie I, Ben-Mayor Bashi T, Anbar R e Yoge Y (2021). *The impact of a vegan diet on pregnancy outcomes*. J Perinatol, 41(5).

Badenhorst CE, Goto K, O'Brien WJ e Sims S (2021). *Iron status in athletic females, a shift in perspective on an old paradigm*. J Sports Sci, 39(14).

Ball D e Maughan RJ (1997). *Blood and urine acid-base status of premenopausal omnivorous and vegetarian women*. Br J Nutr, 78(5).

Ball MJ e Bartlett MA (1999). *Dietary intake and iron status of Australian vegetarian women*. Am J Clin Nutr, 70.

Bakaloudi DR, Halloran A, Rippin HL, Oikonomidou AC, Dardavessis TI, Williams J, Wickramasinghe K, Breda J, Chourdakis M (2021). *Intake and adequacy of the vegan diet. A systematic review of the evidence*. Clin Nutr, 40(5).

Banaszek A, Townsend JR, Bender D, Vantrease WC, Marshall AC e Johnson KD (2019). *The effects of whey vs. pea protein on physical adaptations following 8-weeks of high-intensity functional training (HIFT): A pilot study*. Sports, 7(1).

Bandali E, Wang Y, Lan Y, Rogers MA e Shapses SA (2018). *The influence of dietary fat and intestinal pH on calcium bioaccessibility: an in vitro study*. Food Funct, 9(3).

Barnard ND, Goldman DM, Loomis JF, Kahleova H, Levin SM, Neabore S e Batts TC (2019). *Plant-Based Diets for Cardiovascular Safety and Performance in Endurance Sports*. Nutrients, 11(1).

Baroni L (2015). *Il Piatto Veg*. Edizioni Sonda.

Baroni L (2015). *Vegetarianism in food-based dietary guidelines*. Int. J. Nutr, 2.

Baroni L, Goggi S e Battino M (2017). *VegPlate: a Mediterranean-based food guide for Italian adult, pregnant, and lactating vegetarians*. Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics, 118(12).

Baroni L, Goggi S, Battaglino R, Berveglieri M, Fasan I, Filippini D, Griffith P, Rizzo G, Tomasini C, Tosatti MA e Battino MA (2018). *Vegan Nutrition for Mothers and Children: Practical Tools for Healthcare Providers*. Nutrients, 11(1).

Baroni L, Goggi S e Battino M (2019). *Planning Well-Balanced Vegetarian Diets in Infants, Children, and Adolescents: The VegPlate Junior*. J Acad Nutr Diet, 119(7).

Baroni L, Pelosi E, Giampieri F e Battino M (2023). *The VegPlate for Sports: A Plant-Based Food Guide for Athletes*. Nutrients, 15(7).

Bartholomae E, Incollingo A, Vizcaino M, Wharton C e Johnston CS (2019). *Mung Bean Protein Supplement Improves Muscular Strength in Healthy, Underactive Vegetarian Adults*. Nutrients, 11(10).

Beard J e Han O (2009). *Systemic iron status*. Biochim Biophys Acta, 1790(7).

Benham AJ, Gallegos D, Hanna KL e Hannan-Jones MT (2021). *Intake of vitamin B12 and other characteristics of women of reproductive age on a vegan diet in Australia*. Public Health Nutr, 24(14).

Benton TG, Bieg C, Harwatt H, Pudasaini R e Wellesley L (2021). *Food system impacts on biodiversity loss*. Chatham House.

Bera I, O'Sullivan M, Flynn D e Shields DC (2023). *Relationship between Protein Digestibility and the Proteolysis of Legume Proteins during Seed Germination*. Molecules, 28(7).

Berry RJ (2019). *Lack of historical evidence to support folic acid exacerbation of the neuropathy caused by vitamin B12 deficiency*. Am J Clin Nutr, 110(3).

Bhatt DL, Miller M, Brinton EA, Jacobson TA, Steg PG, Ketchum SB, Doyle RT Jr, Juliano RA, Jiao L, Granowitz C, Tardif JC, Olshansky B, Chung MK, Gibson CM, Giugliano RP, Budoff MJ, Ballantyne CM e REDUCE-IT Investigators (2020). *REDUCE-IT USA: Results From the 3146 Patients Randomized in the United States*. Circulation, 141(5).

Bhatt DL, Steg PG, Miller M, Brinton EA, Jacobson TA, Ketchum SB, Doyle RT Jr, Juliano RA, Jiao L, Granowitz C, Tardif JC, Ballantyne CM e REDUCE-IT Investigators (2019). *Cardiovascular Risk Reduction with Icosapent Ethyl for Hypertriglyceridemia*. N Engl J Med, 380(1).

Biancuzzo RM, Clarke N, Reitz RE, Travison TG e Holick MF (2013). *Serum concentrations of 1,25-dihydroxyvitamin D2 and 1,25-dihydroxyvitamin D3 in response to vitamin D2 and vitamin D3 supplementation*. J Clin Endocrinol Metab, 98.

Biancuzzo RM, Young A, Bibuld D, Cai MH, Winter MR, Klein EK, Ameri A, Reitz R, Salameh W, Chen TC e Holick MF (2010). *Fortification of orange juice with vitamin D(2) or vitamin D(3) is as effective as an oral supplement in maintaining vitamin D status in adults*. Am J Clin Nutr, 91(6).

Bickelmann FV, Leitzmann MF, Keller M, Baurecht H e Jochem C (2023). *Calcium intake in vegan and vegetarian diets: A systematic review and Meta-analysis*. Crit Rev Food Sci Nutr, 63(31).

Bogdan AR, Miyazawa M, Hashimoto K e Tsuji Y (2016). *Regulators of Iron Homeostasis: New Players in Metabolism, Cell Death, and Disease*. Trends Biochem Sci, 41(3).

Bohmer H, Müller H e Resch KL (2000). *Calcium supplementation with calcium-rich mineral waters: a systematic review and meta-analysis of its bioavailability*. Osteoporos Int, 11(11).

Borel P, Caillaud D, Cano NJ (2015). *Vitamin D bioavailability: state of the art*. Crit Rev Food Sci Nutr, 55.

Borgna-Pignatti C e Marsella M (2008). *Iron deficiency in infancy and childhood*. Pediatr Ann, 37(5).

Briani C, Dalla Torre C, Citton V, Manara R, Pompanin S, Binotto G e Adami F (2013). *Cobalamin deficiency: clinical picture and radiological findings*. Nutrients, 5(11).

Brown DD (2018). *Nutritional Considerations for the Vegetarian and Vegan Dancer*. J Dance Med Sci, 22(1).

Brown KH, Wessells KR e Hess SY (2007). *Zinc bioavailability from zinc-fortified foods*. Int J Vitam Nutr Res, 77(3).

Burns-Whitmore B, Froyen E, Heskey C, Parker T e San Pablo G (2019). *Alpha-Linolenic and Linoleic Fatty Acids in the Vegan Diet: Do They Require Dietary Reference Intake/Adequate Intake Special Consideration?* Nutrients, 11(10).

Cairo G, Recalcati S, Mantovani A e Locati M (2011). *Iron trafficking and metabolism in macrophages: contribution to the polarized phenotype*. Trends in immunology, 32(6).

Calder PC (2010). *Scientific Advisory Committee on Nutrition (SACN)*. Iron and Health; The Stationery Office: Norwich, UK.

Calvez J, Poupin N, Chesneau C, Lassale C e Tomé D (2012). *Protein intake, calcium balance and health consequences*. Eur J Clin Nutr, 66(3).

Candow DG, Burke NC, Smith-Palmer T e Burke DG (2016). *Effect of whey and soy protein supplementation combined with resistance training in young adults*. Int J Sport Nutr Exerc Metab, 16(3).

Cardamone E, Di Benedetto R, Lorenzoni G, Gallipoli S, Ghidina M, Zobec F, Iacoponi F, Gregori D e Silano M (2023). *Adherence to Mediterranean diet in Italy (ARIANNA) cross-sectional survey: study protocol*. BMJ Open, 13(3).

Carlsson-Kanyama A, Ekström MP e Shanahan H (2003). *Food and life cycle energy inputs: Consequences of diet and ways to increase efficiency*. Ecol. Econ., 44.

Carmel R (1995). *Malabsorption of food cobalamin*. Baillieres Clin Haematol, 8.

Carmel R (2000). *How I treat cobalamin (vitamin B12) deficiency*. Blood, 112(6).

Carvalho C, Correia D, Costa SA et al. (2025). *Health and environmental impacts of shifting to plant-based analogues: a risk-benefit assessment*. Eur J Nutr 64(234).

Castillo LF, Pelletier CM, Heyden KE e Field M (2025). *New Insights into Folate–Vitamin B12 Interactions*. Annual Review of Nutrition, 45.

Castro-Alba V, Lazarte CE, Bergenståhl B e Granfeldt Y (2019). *Phytate, iron, zinc, and calcium content of common Bolivian foods and their estimated mineral bioavailability*. Food Sci Nutr, 7(9).

Çebi M, Metin B e Tarhan N (2022). *The association between vitamin B12 and plasma homocysteine levels with episodic memory and the volume of memory related brain structures in middle-aged individuals: a retrospective correlational study*. Brain Struct Funct, 227(6).

Chai W e Liebman M (2005). *Effect of different cooking methods on vegetable oxalate content*. J Agric Food Chem, 53(8).

Chiplonkar SA e Agte VV (2006). *Predicting bioavailable zinc from lower phytate forms, folic Acid and their interactions with zinc in vegetarian meals*. J Am Coll Nutr, 25(1).

Cialdella-Kam L, Kulpins D e Manore MM (2016). *Vegetarian, Gluten-Free, and Energy Restricted Diets in Female Athletes*. Sports (Basel), 4(4).

Clarkson PM e Haymes EM (1994). *Trace mineral requirements for athletes*. Int J Sport Nutr, 4.

Clemente-Suárez VJ, Redondo-Flórez L, Martín-Rodríguez A, Curiel-Regueros A, Rubio-Zarapuz A e Tornero-Aguilera JF (2025). *Impact of Vegan and Vegetarian Diets on Neurological Health: A Critical Review*. Nutrients, 17(5).

Clinton SK, Giovannucci EL e Hursting SD (2020). *The World Cancer Research Fund/American Institute for Cancer Research Third Expert Report on Diet, Nutrition, Physical Activity, and Cancer: Impact and Future Directions*. J Nutr., 150(4).

Cohen AJ e Roe FJ (2000). *Review of risk factors for osteoporosis with particular reference to a possible aetiological role of dietary salt*. Food Chem Toxicol, 38(2-3).

Collings R, Harvey LJ, Hooper L, Hurst R, Brown TJ, Ansett J, King M, Fairweather-Tait SJ (2013). *The absorption of iron from whole diets: a systematic review*. Am J Clin Nutr, 98(1).

Connolly G, Hudson JL, Bergia RE, Davis EM, Hartman AS, Zhu W, Carroll CC e Campbell WW (2023). *Effects of Consuming Ounce-Equivalent Portions of Animal- vs. Plant-Based Protein Foods, as Defined by the Dietary Guidelines for Americans on Essential Amino Acids Bioavailability in Young and Older Adults: Two Cross-Over Randomized Controlled Trials*. Nutrients, 15(13).

Cooper R, Allen A, Goldberg R, Trevisan M, Van Horn L, Liu K, Steinhauer M, Rubenstein A e Stamler J. *Seventh-Day Adventist adolescents-life-style patterns and cardiovascular risk factors*. West J Med, 140(3).

Cormick G e Belizán JM (2019). *Calcium Intake and Health*. Nutrients, 11(7).

Correnti M, Gammella E, Cairo G, Recalcati S (2024). *Iron Absorption: Molecular and Pathophysiological Aspects*. Metabolites, 14(4).

Coudray C, Bellanger J, Castiglia-Delavaud C et al. (1997). *Effect of soluble or partly soluble dietary fibres supplementation on absorption and balance of calcium, magnesium, iron and zinc in healthy young men*. Eur J Clin Nutr, 51.

Craddock JC, Probst YC, Neale EP e Peoples GE (2022). *A Cross-Sectional Comparison of the Whole Blood Fatty Acid Profile and Omega-3 Index of Male Vegan and Omnivorous Endurance Athletes*. J Am Nutr Assoc, 41(3).

Craddock JC, Probst YC e Peoples GE (2016). *Vegetarian and Omnivorous Nutrition - Comparing Physical Performance*. Int J Sport Nutr Exerc Metab, 26(3).

Craig WJ (1994). *Iron status of vegetarians*. Am J Clin Nutr, 59(5 Suppl).

Craig WJ (2009). *Health effects of vegan diets*. Am J Clin Nutr, 89(5).

Craig WJ (2010). *Nutrition concerns and health effects of vegetarian diets*. Nutr Clin Pract, 25(6).

Craig WJ, Mangels AR (2009). *American Dietetic Association. Position of the American Dietetic Association: vegetarian diets*. J Am Diet Assoc, 109(7).

Craig WJ, Mangels AR, Fresán U, Marsh K, Miles FL, Saunders AV, Haddad EH, Heskey CE, Johnston P, Larson-Meyer E e Orlich M (2021). *The Safe and Effective Use of Plant-Based Diets with Guidelines for Health Professionals*. Nutrients, 13(11).

Cross AJ, Ferrucci LM, Risch A, Graubard BI, Ward MH, Park Y, Hollenbeck AR, Schatzkin A e Sinha R (2010). *A Large Prospective Study of Meat Consumption and Colorectal Cancer Risk: An Investigation of Potential Mechanisms Underlying this Association*. Cancer Res, 70.

Crowe FL, Steur M, Allen NE, Appleby PN, Travis RC e Key TJ (2011). *Plasma concentrations of 25-hydroxyvitamin D in meat eaters, fish eaters, vegetarians and vegans: results from the EPIC-Oxford study*. Public Health Nutr, 14(2).

Cutroneo S, Prandi B, Faccini A, Pellegrini N, Sforza S e Tedeschi T (2023). *Comparison of protein quality and digestibility between plant-based and meat-based burgers*. Food Res Int, 172.

Cutroneo S, Prandi B, Pellegrini N, Sforza S e Tedeschi T (2024). *Assessment of Protein Quality and Digestibility in Plant-Based Meat Analogues*. J Agric Food Chem, 72(14).

Czerniel J, Gostyńska-Stawna A, Urbaniak N et al. (2025). *Harnessing algae oil as a sustainable DHA source for parenteral nutrition in vegan patients*. Sci Rep, 15.

Davey GK, Spencer EA, Appleby PN, Allen NE, Knox KH e Key TJ (2003). *EPIC-Oxford: lifestyle characteristics and nutrient intakes in a cohort of 33 883 meat-eaters and 31 546 non meat-eaters in the UK*. Public health nutrition, 6(3).

Davidsson L (2003). *Approaches to improve iron bioavailability from complementary foods*. The Journal of nutrition, 133(5).

Davis BC e Kris-Etherton PM (2003). *Achieving optimal essential fatty acid status in vegetarians: current knowledge and practical implications*. Am J Clin Nutr, 78(3).

Davis B e Melina V (2014). *Becoming vegan: The complete reference on plant-based nutrition*. Summertown: Book Publishing Company.

Dawson-Hughes B, Harris S, Kramich C, Dallal G e Rasmussen HM (1993). *Calcium retention and hormone levels in black and white women on high- and low-calcium diets*. J Bone Miner Res, 8(7).

Deal CL (1997). *Osteoporosis: prevention, diagnosis, and management*. Am J Med, 102(1A).

Dellavalle DM e Haas JD (2012). *Iron status is associated with endurance performance and training in female rowers*. Med Sci Sports Exerc, 44(8).

Deriemaeker P, Alewaeters K, Hebbelinck M, Lefevre J, Philippaerts R e Clarys P (2010). *Nutritional status of Flemish vegetarians compared with non-vegetarians: a matched samples study*. Nutrients, 2(7).

Detopoulou P e Papamikos V (2014). *Gastrointestinal bleeding after high intake of omega-3 fatty acids, cortisone and antibiotic therapy: a case study*. Int J Sport Nutr Exerc Metab, 24(3).

Deutz NE, Bauer JM, Barazzoni R, Biolo G, Boirie Y, Bosy-Westphal A, Cederholm T, Cruz-Jentoft A, Krznarić Z, Nair KS, Singer P, Teta D, Tipton K e Calder PC (2014). *Protein intake and exercise for optimal muscle function with aging: recommendations from the ESPEN Expert Group*. Clin Nutr, 33(6).

Domić J, Pinckaers PJM, Grootswagers P, Siebelink E, Gerdessen JC, van Loon LJC e de Groot L CPGM (2025). *A Well-Balanced Vegan Diet Does not Compromise Daily Mixed Muscle Protein Synthesis Rates when Compared with an Omnivorous Diet in Active Older Adults: A Randomized Controlled Cross-Over Trial*. The Journal of Nutrition, 155(4).

Dongiovanni P, Lanti C, Gatti S, Rametta R, Recalcati S, Maggioni M, Fracanzani AL, Riso P, Cairo G, Fargion S e Valenti L (2015). *High fat diet subverts hepatocellular iron uptake determining dysmetabolic iron overload*. PLoS One, 10(2).

Dongiovanni P, Ruscica M, Rametta R, Recalcati S, Steffani L, Gatti S, Girelli D, Cairo G, Magni P, Fargion S, Valenti L (2013). Dietary iron overload induces visceral adipose tissue insulin resistance. Am J Pathol, 182(6).

Doumani N, Severin I, Dahbi L, Bou-Maroun E, Tueni M, Sok N, Chagnon MC, Maalouly J e Cayot P (2020). *Lemon Juice, Sesame Paste, and Autoclaving Influence Iron Bioavailability of Hummus: Assessment by an In Vitro Digestion/Caco-2 Cell Model*. Foods, 9(4).

Dror DK e Allen LH (2008). *Effect of vitamin B12 deficiency on neurodevelopment in infants: current knowledge and possible mechanisms*. Nutr Rev, 66(5).

Dussiot A, Fouillet H, Wang J, Salomé M, Huneau JF, Kesse-Guyot E e Mariotti F (2022). *Modeled healthy eating patterns are largely constrained by currently estimated requirements for bioavailable iron and zinc—a diet optimization study in French adults*. The American journal of clinical nutrition, 115(3).

Dybvik JS, Svendsen M e Aune D (2023). *Vegetarian and vegan diets and the risk of cardiovascular disease, ischemic heart disease and stroke: a systematic review and meta-analysis of prospective cohort studies*. Eur J Nutr, 62(1).

Dwyer JT, Miller LG, Arduino NL, Andrew EM, Dietz WH Jr, Reed JC e Reed HB Jr (1980). *Mental age and I.Q. of predominantly vegetarian children*. J Am Diet Assoc, 76(2).

Dwyer JT, Palombo R, Valadian I e Reed RB. Preschoolers on alternate life-style diets (1978). *Associations between size and dietary indexes with diets limited in types of animal foods*. J Am Diet Assoc, 72(3).

EFSA, Food and Feed Information Portal Database. Consultato online in data 05/08/2025:
<https://ec.europa.eu/food/food-feed-portal/screen/health-claims/eu-register>

Elorinne AL, Alfthan G, Erlund I, Kivimäki H, Paju A, Salminen I, Turpeinen U, Voutilainen S, Laakso J (2016). *Food and Nutrient Intake and Nutritional Status of Finnish Vegans and Non-Vegetarians*. PLoS One, 11(2).

Eurispes (2025). *RI 2025 – 37° Rapporto Italia*. Armando Editore, Roma.

FAO (2024). *The State of Food and Agriculture 2024 – Value-driven transformation of agri-food systems*. Rome.

Fenton TR, Eliasziw M, Lyon AW, Tough SC e Hanley DA (2008). *Meta-analysis of the quantity of calcium excretion associated with the net acid excretion of the modern diet under the acid-ash diet hypothesis*. Am J Clin Nutr, 88.

Fidler MC, Davidsson L, Zeder C e Hurrell RF (2004). *Erythorbic acid is a potent enhancer of nonheme-iron absorption*. The American journal of clinical nutrition, 79(1).

Fielding BA (2017). *Ω-3 index as a prognosis tool in cardiovascular disease*. Curr Opin Clin Nutr Metab Care, 20(5).

Fleming DJ, Jacques PF, Dallal GE, Tucker KL, Wilson PW e Wood RJ (1998). *Dietary determinants of iron stores in a free-living elderly population: The Framingham Heart Study*. The American journal of clinical nutrition, 67(4).

Foer JS (2009). *Se niente importa*. Guanda edizioni.

Fomon SJ, Thomas LN, Filer LJ Jr, Anderson TA e Bergmann KE (1973). *Requirements for protein and essential amino acids in early infancy. Studies with a soy-isolate formula*. Acta Paediatr Scand, 62(1).

Foster M e Samman S (2015). *Vegetarian diets across the lifecycle: Impact on zinc intake and status*. Adv. Food Nutr. Res, 74.

Fu Y, Wang Y, Gao H, Li D, Jiang R, Ge L, Tong C, Xu K (2021). *Associations among Dietary Omega-3 Polyunsaturated Fatty Acids, the Gut Microbiota, and Intestinal Immunity*. Mediators Inflamm.

Fuhrman J e Ferreri DM (2010). *Fueling the vegetarian (vegan) athlete*. Curr Sports Med Rep, 9.

Fulton JR, Hutton CW e Stitt KR (1980). *Preschool vegetarian children. Dietary and anthropometric data*. J Am Diet Assoc, 76(4).

Gammella E, Recalcati S, Rybinska I, Buratti P e Cairo G (2015). *Iron-induced damage in cardiomyopathy: oxidative-dependent and independent mechanisms*. *Oxid Med Cell Longev*.

Gallego-Narbón A, Zapatera B, Vaquero MP (2019). *Physiological and Dietary Determinants of Iron Status in Spanish Vegetarians*. *Nutrients*, 11(8).

Gao R e Chilibeck PD (2020). *Effect of tart cherry concentrate on endurance exercise performance: a meta-analysis*. *J Am Coll Nutr*, 39(7).

García-Casal MN, Layrisse M, Solano L, Barón MA, Arguello F, Llovera D, Ramírez J, Leets I e Tropper E (1998). *Vitamin A and beta-carotene can improve nonheme iron absorption from rice, wheat and corn by humans*. *J Nutr*, 128(3).

García-Morant A, Cortés-Castell E, Palazón-Bru A, Martínez-Amorós N, Gil-Guillén VF e Rizo-Baeza M (2020). *Macronutrients and micronutrients in Spanish adult vegans (Mediterranean population)*. *Nutr Hosp*, 34(3).

Georgieff MK (2020). *Iron deficiency in pregnancy*. *Am J Obstet Gynecol*, 223(4).

Gibson RS (1994). *Content and bioavailability of trace elements in vegetarian diets*. *Am J Clin Nutr*, 59(5 Suppl).

Gibson RS, Heath AL e Szymlek-Gay EA (2014). *Is iron and zinc nutrition a concern for vegetarian infants and young children in industrialized countries?* *Am J Clin Nutr*, 100 Suppl 1.

Gibson RS, Perlas L e Hotz C (2006). *Improving the bioavailability of nutrients in plant foods at the household level*. *Proceedings of the Nutrition Society*, 65(2).

Gilani GS, Cockell KA e Sepehr E (2005). *Effects of antinutritional factors on protein digestibility and amino acid availability in foods*. J AOAC Int, 88(3).

Gilani SG, Wu Xiao C, Cockell KA (2012). *Impact of antinutritional factors in food proteins on the digestibility of protein and the bioavailability of amino acids and on protein quality*. Br J Nutr, 108 Suppl 2.

Gillooly M, Bothwell TH, Torrance JD, MacPhail AP, Derman DP, Bezwoda WR, Mills W, Charlton RW e Mayet F (1983). *The effects of organic acids, phytates and polyphenols on the absorption of iron from vegetables*. Br J Nutr, 49(3).

Gotoh S, Kitaguchi K e Yabe T (2023). *Pectin Modulates Calcium Absorption in Polarized Caco-2 Cells via a Pathway Distinct from Vitamin D Stimulation*. J Appl Glycosci, 70(3).

Green R e Miller JW (2017). *Vitamin B12 deficiency*. Vitam Horm, 119.

Greenberg JA, Bell SJ e Ausdal WV (2008). *Omega-3 Fatty Acid supplementation during pregnancy*. Rev Obstet Gynecol, 1(4).

Greupner T, Koch E, Kutzner L, Hahn A, Schebb NH e Schuchardt JP (2019). *Single-Dose SDA-Rich Echium Oil Increases Plasma EPA, DPAn3, and DHA Concentrations*. Nutrients, 11(10).

Gropper SS, Smith JL e Carr TP (2017). *Advanced Nutrition and Human Metabolism*. Ed. Cengage Learning, Boston.

Gross BW, Gillio M, Rinehart CD, Lynch CA e Rogers FB (2017). *Omega-3 Fatty Acid Supplementation and Warfarin: A Lethal Combination in Traumatic Brain Injury*. J Trauma Nurs, 24(1).

Gudmannsdottir R, Gunnarsdottir S, Kenderesi E et al. (2025). *Vegan and omnivore diets in relation to nutrient intake and greenhouse gas emissions in Iceland*. Sci Rep, 15.

Haddad EH, Berk LS, Kettering JD, Hubbard RW e Peters WR (1999). *Dietary intake and biochemical, hematologic, and immune status of vegans compared with nonvegetarians*. Am J Clin Nutr. 70(3 Suppl).

Haddad EH, Jaceldo-Siegl K, Oda K e Fraser GE (2020). *Associations of Circulating Methylmalonic Acid and Vitamin B-12 Biomarkers Are Modified by Vegan Dietary Pattern in Adult and Elderly Participants of the Adventist Health Study 2 Calibration Study*. Curr Dev Nutr, 4(2).

Hadinata Lie A, V Chandra-Hioe M e Arcot J (2020). *Sorbitol enhances the physicochemical stability of B12 vitamers*. Int J Vitam Nutr Res, 90(5-6).

Haider LM, Schwingshackl L, Hoffmann G e Ekmekcioglu C (2018). *The effect of vegetarian diets on iron status in adults: A systematic review and meta-analysis*. Critical reviews in food science and nutrition, 58(8).

Hallberg L (1981). *Bioavailability of dietary iron in man*. Annual review of nutrition, 1(1).

Hallberg L e Hulthén L (2000). *Prediction of dietary iron absorption: an algorithm for calculating absorption and bioavailability of dietary iron*. The American journal of clinical nutrition, 71(5).

Hambidge KM, Miller LV, Mazariegos M, Westcott J, Solomons NW, Raboy V, Kemp JF, Das A, Goco N, Hartwell T, Wright L e Krebs NF (2017). *Upregulation of Zinc Absorption Matches Increases in Physiologic Requirements for Zinc in Women Consuming High- or Moderate-Phytate Diets during Late Pregnancy and Early Lactation*. J Nutr. 2017, 147(6).

Hanne N, Dlin R e Rotstein A (1986). *Physical fitness, anthropometric and metabolic parameters in vegetarian athletes*. J Sports Med Phys Fitness, 26.

Harland BF e Morris ER (1995). *Phytate: a good or a bad food component?*. Nutrition research, 15(5).

Harzer G e Kauer H (1982). *Binding of zinc to casein*. Am J Clin Nutr, 35(5).

Hasbaoui BE, Mebrouk N, Saghir S, Yajouri AE, Abilkassem R e Agadr A (2021). *Vitamin B12 deficiency: case report and review of literature*. Pan Afr Med J.

He CS, Aw Yong XH, Walsh NP e Gleeson M (2016). *Is there an optimal vitamin D status for immunity in athletes and military personnel?* Exerc Immunol Rev, 22.

Heaney RP (2006). *Absorbability and utility of calcium in mineral waters*. Am J Clin Nutr, 84.

Heaney RP, Dowell MS, Rafferty K e Bierman J (2000). *Bioavailability of the calcium in fortified soy imitation milk, with some observations on method*. Am J Clin Nutr, 71(5).

Heaney RP, Recker RR, Grote J, Horst RL e Armas LA (2011). *Vitamin D(3) is more potent than vitamin D(2) in humans*. J Clin Endocrinol Metab, 96.

Heaney RP, Recker RR e Weaver CM (1990). *Absorbability of calcium sources: the limited role of solubility*. Calcif Tissue Int, 46.

Heaney RP e Weaver CM (1990). *Calcium absorption from kale*. Am J Clin Nutr, 51.

Heaney RP, Weaver CM e Fitzsimmons ML (1991). *Soybean phytate content: effect on calcium absorption*. Am J Clin Nutr, 53(3).

Heaney RP, Weaver CM, Hinders S, Martin B e Packard PT (1993). *Absorbability of calcium from brassica vegetables: Broccoli, bok choy, and kale*. Journal of Food Science, 58(6).

Heaney RP, Weaver CM e Recker RR (1988). *Calcium absorbability from spinach*. Am J Clin Nutr, 47(4).

Hebbelinck M, Clarys P e De Malsche A (1999). *Growth, development, and physical fitness of Flemish vegetarian children, adolescents, and young adults*. Am J Clin Nutr, 70(3 Suppl).

Heinrich JC, Gabbe EE, Whang DH e Wolfsteller E (1965). *Eine für die Berechnung der intestinalen Vitamin B12-Resorption beim Menschen sowohl im physiologischen, Intrinsic Factor-abhängigen als auch im unphysiologisch hohen, diffusionsbedingten Dosisbereich allgemein gültige Formel [A formula generally valid for the determination of intestinal vitamin B 12 resorption in man both in the physiologic dose range dependent on intrinsic factor and in the unphysiologically high dose range conditioned by diffusion]*. Z Naturforsch B, 20(11).

Henjum S, Grouhf-Jacobsen S, Stea TH, Tonheim LE e Almendingen K (2021). *Iron Status of Vegans, Vegetarians and Pescatarians in Norway*. Biomolecules, 11(3).

Horrobin DF (1992). *Nutritional and medical importance of gamma-linolenic acid*. Prog Lipid Res.

Huang L, Drake VJ e Ho E (2015). *Zinc*. Adv Nutr, 6(2).

Humanitas, Calcio. Consultato in data 10/08/2025:
<https://www.humanitas.it/enciclopedia/sali-minerali/calcio/>

Hunt JR (2003). *Bioavailability of iron, zinc, and other trace minerals from vegetarian diets*. Am J Clin Nutr, 78(3 Suppl).

Hunt JR (2003). *Bioavailability of iron, zinc, and other trace minerals from vegetarian diets*. Am J Clin Nutr, 78.

Hunt JR, Matthys LA e Johnson LK (1998). *Zinc absorption, mineral balance, and blood lipids in women consuming controlled lactoovovegetarian and omnivorous diets for 8 wk.* Am J Clin Nutr, 67(3).

Hunt JR e Roughead ZK (2000). *Adaptation of iron absorption in men consuming diets with high or low iron bioavailability.* Am J Clin Nutr, 71(1).

Hurrell R e Egli I (2010). *Iron bioavailability and dietary reference values.* Am J Clin Nutr, 91(5).

Hurrell RF, Reddy M e Cook JD (1999). *Inhibition of non-haem iron absorption in man by polyphenolic-containing beverages.* Br J Nutr, 81(4).

Hutchinson AN, Tingö L e Brummer RJ (2020). *The Potential Effects of Probiotics and ω-3 Fatty Acids on Chronic Low-Grade Inflammation.* Nutrients, 12(8).

Innocenzi G (2017). *Il Tritacarne.* Rizzoli editore.

Institute of Medicine (2011). (US) Committee to Review Dietary Reference Intakes for Vitamin D and Calcium. *Dietary Reference Intakes for Calcium and Vitamin D.* Ross AC, Taylor CL, Yaktine AL, Del Valle HB, editors. Washington (DC): National Academies Press (US); 2011.

Institute of Medicine (2000). Subcommittee on Upper Reference Levels of Nutrients, Standing Committee on the Scientific Evaluation of Dietary Reference Intakes, its Panel on Folate, Other B Vitamins, & Choline. *Dietary reference intakes for thiamin, riboflavin, niacin, vitamin B6, folate, vitamin B12, pantothenic acid, biotin, and choline.*

Institute of Medicine (2001). (US) Panel on Micronutrients. *Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium, and Zinc.* Washington (DC), National Academies Press (US).

Iqbal T e Miller M (2021). *A Fishy Topic: VITAL, REDUCE-IT, STRENGTH, and Beyond: Putting Omega-3 Fatty Acids into Practice in 2021*. Curr Cardiol Rep, 23(8).

Ismail BP, Senaratne-Lenagala L, Stube A e Brackenridge A (2020). *Protein demand: review of plant and animal proteins used in alternative protein product development and production*. Anim Front, 10(4).

Itoh R, Nishiyama N e Suyama Y (1998). *Dietary protein intake and urinary excretion of calcium: a cross-sectional study in a healthy Japanese population*. Am J Clin Nutr, 67(3).

Jaiswal A e Shrivastava T (2024). *The Ethics of Veganism*. Cureus, 16(3).

Jensen CF (2023). *Vitamin B12 levels in children and adolescents on plant-based diets: a systematic review and meta-analysis*. Nutr Rev, 81(8).

Jeukendrup AE (2017). *Training the gut for athletes*. Sports Med (auckland, NZ), 47(Suppl 1).

Joy JM, Lowery RP, Wilson JM, Purpura M, De Souza EO, Wilson SM, Kalman DS, Dudeck JE e Jäger R (2013). *The effects of 8 weeks of whey or rice protein supplementation on body composition and exercise performance*. Nutr J, 12(86).

Kaganov B, Caroli M, Mazur A, Singhal A e Vania A (2015). *Suboptimal Micronutrient Intake among Children in Europe*. Nutrients, 7(5).

Kandiah J (2002). *Impact of tofu or tofu + orange juice on hematological indices of lacto-ovo vegetarian females*. Plant Foods Hum Nutr, 57(2).

Kar S, Wong M, Rogozinska E e Thangaratinam S (2016). *Effects of omega-3 fatty acids in prevention of early preterm delivery: a systematic review and meta-analysis of randomized studies*. Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol, 198.

Karcz K e Królak-Olejnik B (2021). *Vegan or vegetarian diet and breast milk composition - a systematic review*. Crit Rev Food Sci Nutr, 61(7).

Kashyap S, Devi S, Pasanna RM, Preston T e Kurpad AV (2024). *True Digestibility of Tryptophan in Plant and Animal Protein*. J Nutr, 154(11).

Kaviani M, Chilibeck PD, Toles K, Farthing JP e Candow, DH (2016). *The benefits of hemp powder supplementation during resistance training Applied Physiology*. Nutr. Metab, 41(S365).

Kennedy DO (2016). *B Vitamins and the Brain: Mechanisms, Dose and Efficacy-A Review*. Nutrients, 8(2).

Kesary Y, Avital K e Hiersch L (2020). *Maternal plant-based diet during gestation and pregnancy outcomes*. Arch Gynecol Obstet, 302(4).

Key TJ, Papier K e Tong TYN (2022). *Plant-based diets and long-term health: findings from the EPIC-Oxford study*. Proc Nutr Soc, 81(2).

King JC (200). *Determinants of maternal zinc status during pregnancy*. Am J Clin Nutr, 71(5 Suppl).

King JC (2011). *Zinc: an essential but elusive nutrient*. Am J Clin Nutr. 94(2).

Klein L, Lenz C, Krüger K et al. (2025). *Comparative analysis of fatty acid profiles across omnivorous, flexitarians, vegetarians, and vegans: insights from the NuEva study*. Lipids Health Dis, 24.

Kniskern MA e Johnston CS (2011). *Protein dietary reference intakes may be inadequate for vegetarians if low amounts of animal protein are consumed*. Nutrition, 27(6).

Knox TA, Kassarjian Z, Dawson-Hughes B, Golner BB, Dallal GE, Arora S e Russell RM (1991). *Calcium absorption in elderly subjects on high- and low-fiber diets: effect of gastric acidity*. Am J Clin Nutr, 53(6).

Koebnick C, Heins UA, Hoffmann I, Dagnelie PC e Leitzmann C (2001). *Folate status during pregnancy in women is improved by long-term high vegetable intake compared with the average western diet*. J Nutr, 131(3)

Koeder C e Perez-Cueto FJA (2024). *Vegan nutrition: a preliminary guide for health professionals*. Crit Rev Food Sci Nutr, 64(3).

Kohlenberg-Mueller e K Raschka L (2003). *Calcium balance in young adults on a vegan and lactovegetarian diet*. J Bone Miner Metab, 21.

Koury MJ e Ponka P (2004). *New insights into erythropoiesis: the roles of folate, vitamin B12, and iron*. Annu Rev Nutr, 24.

Koutentakis M, Surma S, Rogula S, Filipiak KJ e Gałecka A (2023). *The Effect of a Vegan Diet on the Cardiovascular System*. J Cardiovasc Dev Dis, 10(3).

Krebs NF (2000). *Overview of zinc absorption and excretion in the human gastrointestinal tract*. J Nutr, 130.

Krajcovicová-Kudláčková M, Simoncic R, Béderová A, Grancicová E e Magálová T (1997). *Influence of vegetarian and mixed nutrition on selected haematological and biochemical parameters in children*. Nahrung, 41(5).

Krajcovicová-Kudláčková M, Simoncic R, Béderová A e Klvanová J (1997). *Plasma fatty acid profile and alternative nutrition*. Ann Nutr Metab, 41(6).

Kraselnik A (2024). *Risk of Bone Fracture on Vegetarian and Vegan Diets*. Curr Nutr Rep, 13(2).

Kris-Etherton PM, Grieger JA e Etherton TD (2009). *Dietary reference intakes for DHA and EPA*. *Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids*, 81(2-3).

Król W, Price S, Śliż D, Parol D, Konopka M, Mamcarz A, Wełnicki M e Braksator W (2020). *A Vegan Athlete's Heart-Is It Different? Morphology and Function in Echocardiography*. *Diagnostics* (Basel), 10(7).

Kulda V (2012). *Metabolizmus vitaminu D [Vitamin D metabolism]*. *Vnitr Lek*, 58(5).

Kunj P, Sahu S, Singh G, Arya SK (2025). *A review on algal oils as a sustainable source of essential omega-3 fatty acids*. *Bioresource Technology Reports*, 30.

Kwok T, Chook P, Qiao M, Tam L, Poon YK, Ahuja AT, Woo J, Celermajer DS e Woo KS (2012). *Vitamin B-12 supplementation improves arterial function in vegetarians with subnormal vitamin B-12 status*. *J Nutr Health Aging*, 16(6).

Lacombe V, Patsouris A, Delattre E, Lacout C e Urbanski G (2021). *Evolution of plasma vitamin B12 in patients with solid cancers during curative versus supportive care*. *Arch Med Sci*, 17(6).

Lakin V, Haggarty P, Abramovich DR, Ashton J, Moffat CF, McNeill G, Danielian PJ e Grubb D (1998). *Dietary intake and tissue concentration of fatty acids in omnivore, vegetarian and diabetic pregnancy*. *Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids*, 59(3).

Landry MJ, Ward CP, Cunanan KM, Durand LR, Perelman D, Robinson JL, Hennings T, Koh L, Dant C, Zeitlin A, Ebel ER, Sonnenburg ED, Sonnenburg JL e Gardner CD (2023). *Cardiometabolic Effects of Omnivorous vs Vegan Diets in Identical Twins: A Randomized Clinical Trial*. *JAMA Netw Open*, 6(11).

Lane K, Derbyshire E, Li W e Brennan C (2014). *Bioavailability and potential uses of vegetarian sources of omega-3 fatty acids: a review of the literature*. Crit Rev Food Sci Nutr, 54(5).

Lane KE, Wilson M, Hellon TG e Davies IG (2022). *Bioavailability and conversion of plant based sources of omega-3 fatty acids - a scoping review to update supplementation options for vegetarians and vegans*. Crit Rev Food Sci Nutr, 62(18).

Lappé MF (2021). *Diet for a small planet*. Feltrinelli editore.

Larson-Meyer DE e Ruscigno M (2020). *Plant-Based Sports Nutrition: Expert Fueling Strategies for Training, Recovery, and Performance*. Human Kinetics Publishers.

Larson-Meyer DE e Willis KS (2010). *Vitamin D and athletes*. Curr Sports Med Rep, 9(4).

Larson-Meyer DE, Woolf K e Burke L (2018). *Assessment of nutrient status in athletes and the need for supplementation*. Int J Sport Nutr Exerc Metab, 28(2).

Larsson CL e Johansson GK (2002). *Dietary intake and nutritional status of young vegans and omnivores in Sweden*. Am J Clin Nutr, 76(1).

Larsson CL, Westerterp KR e Johansson GK (2002). *Validity of reported energy expenditure and energy and protein intakes in Swedish adolescent vegans and omnivores*. Am J Clin Nutr, 75(2).

Lasekan JB, Ostrom KM, Jacobs JR, Blatter MM, Ndife LI, Gooch WM 3rd e Cho S (1999). *Growth of newborn, term infants fed soy formulas for 1 year*. Clin Pediatr (Phila), 38(10).

Laskowska-Klita T, Chełchowska M, Ambroszkiewicz J, Gajewska J e Klemarczyk W (2011). *The effect of vegetarian diet on selected essential nutrients in children*. Med Wieku Rozwoj, 15(3).

Lau EM, Kwok T, Woo J e Ho SC (1998). *Bone mineral density in Chinese elderly female vegetarians, vegans, lacto-vegetarians and omnivores*. Eur J Clin Nutr, 52(1).

Lau EM e Woo J (1998). *Nutrition and osteoporosis*. Curr Opin Rheumatol, 10(4).

Lauer AA, Grimm HS, Apel B, Golobrodska N, Kruse L, Ratanski E, Schulten N, Schwarze L, Slawik T, Sperlich S, Vohla A e Grimm MOW (2022). *Mechanistic Link between Vitamin B12 and Alzheimer's Disease*. Biomolecules, 12(1).

Lim MT, Pan BJ, Toh DWK, Sutanto CN e Kim JE (2021). *Animal Protein versus Plant Protein in Supporting Lean Mass and Muscle Strength: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials*. Nutrients, 13(2).

Lis DM, Kings D e Larson-Meyer DE (2019). *Dietary Practices Adopted by Track-and-Field Athletes: Gluten-Free, Low FODMAP, Vegetarian, and Fasting*. Int J Sport Nutr Exerc Metab, 29(2).

Lönnerdal B (2000). *Dietary factors influencing zinc absorption*. J Nutr, 130(5S Suppl).

Lousuebsakul-Matthews V, Thorpe DL, Knutsen R, Beeson WL, Fraser GE e Knutsen SF (2014). *Legumes and meat analogues consumption are associated with hip fracture risk independently of meat intake among Caucasian men and women: the Adventist Health Study-2*. Public Health Nutr, 17(10).

Łuszczki E, Boakye F, Zielińska M, Dereń K, Bartosiewicz A, Oleksy Ł e Stolarczyk A (2023). *Vegan diet: nutritional components, implementation, and effects on adults' health*. Front Nutr, 10.

Lynch H, Johnston C e Wharton C (2018). *Plant-Based Diets: Considerations for Environmental Impact, Protein Quality, and Exercise Performance*. Nutrients, 10(12).

Macfarlane BJ, van der Riet WB, Bothwell TH et al. (1990). *Effect of traditional Oriental soy products on iron absorption*. Am J Clin Nutr, 51.

Macknin M, Kong T, Weier A, Worley S, Tang AS, Alkhouri N e Golubic M (2015). *Plant-based, no-added-fat or American Heart Association diets: impact on cardiovascular risk in obese children with hypercholesterolemia and their parents*. J Pediatr. 166(4).

MacLaughlin J e Holick MF (1985). *Aging decreases the capacity of human skin to produce vitamin D3*. J Clin Invest, 76(4).

Magryś J e Bronowicka-Adamska P (2025). *Impact of vegan diet on pregnancy outcome*. Nutrition, 39(1).

Mahmood L (2014). *The metabolic processes of folic acid and Vitamin B12 deficiency*. J Health Res Rev, 1(1).

Malhotra A e Lakade A (2025). *Analytical Review on Nutritional Deficiencies in Vegan Diets: Risks, Prevention, and Optimal Strategies*. Journal of the American Nutrition Association, 44(6).

Manary MJ, Krebs NF, Gibson RS, Broadhead RL e Hambidge KM (2002). *Community-based dietary phytate reduction and its effect on iron status in Malawian children*. Annals of tropical paediatrics, 22(2).

Mangels AR (2014). *Bone nutrients for vegetarians*. Am J Clin Nutr, 100 (Suppl 1).

Mangels R, Messina V e Messina M (2021). *The dietitian's guide to vegetarian diets: issues and applications*. Jones & Bartlett Learning, 4th ed, USA.

Manson JE, Cook NR, Lee IM, Christen W, Bassuk SS, Mora S, Gibson H, Albert CM, Gordon D, Copeland T, D'Agostino D, Friedenberg G, Ridge C, Bubes V, Giovannucci EL, Willett WC,

Buring JE e VITAL Research Group (2019). *Marine n-3 Fatty Acids and Prevention of Cardiovascular Disease and Cancer*. N Engl J Med, 380(1).

Marciniak S, Lange E e Laskowski W (2021). *Assessment of the knowledge of nutritional recommendations and way of nutrition in vegetarians and vegans*. Rocznik Panstw Zakl Hig, 72(4).

Mason RP, Libby P e Bhatt DL (2020). *Emerging Mechanisms of Cardiovascular Protection for the Omega-3 Fatty Acid Eicosapentaenoic Acid*. Arterioscler Thromb Vasc Biol, 40(5).

Massey LK (2007). *Food oxalate: factors affecting measurement, biological variation, and bioavailability*. J Am Diet Assoc, 107(7).

Mariotti F e Gardner C.D (2019). *Dietary Protein and Amino Acids in Vegetarian Diets—A Review*. Nutrients, 11.

Martens JH, Barg H, Warren MJ e Jahn D (2002). *Microbial production of vitamin B12*. Appl Microbiol Biotechnol, 58(3.).

Martínez-Padilla E, Li K, Blok Frandsen H, Skejovic Joehnke M, Vargas-Bello-Pérez E e Lykke Petersen I (2020). *In Vitro Protein Digestibility and Fatty Acid Profile of Commercial Plant-Based Milk Alternatives*. Foods, 9(12).

Maughan RJ, Burke LM, Dvorak J, Larson-Meyer DE, Peeling P, Phillips SM, Rawson ES, Walsh NP, Garthe I, Geyer H, Meeusen R, van Loon L, Shirreffs SM, Spriet LL, Stuart M, Vernec A, Currell K, Ali VM, Budgett R e Ljungqvist A, Engebretsen L (2018). *IOC consensus statement: dietary supplements and the high-performance athlete*. Int J Sport Nutr Exerc Metab, 28(2).

McClaskey EM e Michalets EL (2007). *Subdural hematoma after a fall in an elderly patient taking high-dose omega-3 fatty acids with warfarin and aspirin: case report and review of the literature*. Pharmacotherapy, 27(1).

Melina V, Craig W e Levin S (2016). *Position of the Academy of Nutrition and Dietetics: Vegetarian Diets*. J Acad Nutr Diet, 116(12).

Messina V e Mangels AR (2001). *Considerations in planning vegan diets: children*. J Am Diet Assoc, 101(6).

Messina V, Mangels R e Messina M (2004). *The Dietitian's Guide to Vegetarian Diets: Issues and Applications*. Jones and Bartlett Publishers, Sudbury, MA.

Metcalf RG, James MJ, Gibson RA, Edwards JR, Stubberfield J, Stuklis R, Roberts-Thomson K, Young GD e Cleland LG (2007). *Effects of fish-oil supplementation on myocardial fatty acids in humans*. Am J Clin Nutr, 85(5).

Metges CC e Barth CA (2000). *Metabolic Consequences of a High Dietary-Protein Intake in Adulthood: Assessment of the Available Evidence*. J. Nutr, 130.

Miao L, Deng GX, Yin RX, Nie RJ, Yang S, Wang Y e Li H (2021). *No causal effects of plasma homocysteine levels on the risk of coronary heart disease or acute myocardial infarction: A Mendelian randomization study*. Eur J Prev Cardiol, 28(2).

Middleton P, Gomersall JC, Gould JF, Shepherd E, Olsen SF e Makrides M (2018). *Omega-3 fatty acid addition during pregnancy*. Cochrane Database Syst Rev, 11(11).

Miller JW, Smith A, Troen AM, Mason JB, Jacques PF e Selhub J (2024). *Excess Folic Acid and Vitamin B12 Deficiency: Clinical Implications?* Food Nutr Bull, 45(1_suppl).

Minotti G, Menna P, Salvatorelli E, Cairo G e Gianni L (2004). *Anthracyclines: molecular advances and pharmacologic developments in antitumor activity and cardiotoxicity*. Pharmacol Rev, 56(2).

Mittendorfer B, Klein S e Fontana L (2020). *A word of caution against excessive protein intake*. Nat. Reviews. Endocrinol, 16.

Monsen ER (1988). *Iron nutrition and absorption: dietary factors which impact iron bioavailability*. Journal of the American Dietetic Association, 88(7).

Moretti D, Biebinger R, Bruins MJ, Hoeft B e Kraemer K (2014). *Bioavailability of iron, zinc, folic acid, and vitamin A from fortified maize*. Ann N Y Acad Sci, 1312.

Mountjoy M, Sundgot-Borgen JK, Burke LM, Ackerman KE, Blauwet C, Constantini N, Lebrun C, Lundy B, Melin AK, Meyer NL, Sherman RT, Tenforde AS, Klungland Torstveit M e Budgett R (2018). *IOC consensus statement on relative energy deficiency in sport (RED-S): 2018 update*. Br J Sports Med, 52(11).

Muhamed PK e Vadstrup S (2014). *Zinc is the most important trace element*. Ugeskr Laeger, 176(5).

Myung SK, Kim HB, Lee YJ, Choi YJ e Oh SW (2021). *Calcium Supplements and Risk of Cardiovascular Disease: A Meta-Analysis of Clinical Trials*. Nutrients, 13(2).

Nabhan D, Bielko S, Sinex JA, Surhoff K, Moreau WJ, Schumacher YO, Bahr R e Chapman RF (2020). *Serum ferritin distribution in elite athletes*. J Sci Med Sport, 23(6).

Nairz M e Weiss G (2020). *Iron in infection and immunity*. Mol Aspects Med, 75.

Narce M, Poisson JP, Bellenger J e Bellenger S (2001). *Effect of ethanol on polyunsaturated fatty acid biosynthesis in hepatocytes from spontaneously hypertensive rats*. Alcohol Clin Exp Res, 25(8).

Nayak AN, Prakash D, Akash S e Raju R (2025). *A Study on Chlorella Biomass as a Vegan Source for Omega-3 Fatty Acids and Dietary Proteins*. Current Trends in Biotechnology and Pharmacy, 19(1).

Nebel J, Schuchardt JP, Ströhle A, Wasserfurth P, Haufe S, Eigendorf J, Tegtbur U e Hahn A (2019). *Micronutrient Status of Recreational Runners with Vegetarian or Non-Vegetarian Dietary Patterns*. Nutrients, 11(5).

Necyk C, Ware MA, Arnason JT, Tsuyuki RT, Boon H e Vohra S (2013). *Increased bruising with the combination of long-chain omega-3 fatty acids, flaxseed oil and clopidogrel*. Can Pharm J, 146(2).

Nervi AM, Peluffo RO, Brenner RR e Leikin AI (1980). *Effect of ethanol administration on fatty acid desaturation*. Lipids.

Neufingerl N, Eilander A (2021). *Nutrient Intake and Status in Adults Consuming Plant-Based Diets Compared to Meat-Eaters: A Systematic Review*. Nutrients, 14(1).

Newby PK (2009). *Plant foods and plant-based diets: protective against childhood obesity?* Am J Clin Nutr, 89(5).

Nichele S, Phillips SM e Boaventura BCB (2022). *Plant-based food patterns to stimulate muscle protein synthesis and support muscle mass in humans: a narrative review*. Appl Physiol Nutr Metab, 47(7).

Nieman DC (1999). *Physical fitness and vegetarian diets: is there a relation?* Am J Clin Nutr, 70.

Nieman DC (1988). *Vegetarian dietary practices and endurance performance*. Am J Clin Nutr, 48(3 Suppl).

Nieto ÁVA, Diaz AH e Hernández M (2025). *Are there Effective Vegan-Friendly Supplements for Optimizing Health and Sports Performance? a Narrative Review*. Curr Nutr Rep, 14(1).

NSCBPA - Nutrition Standing Committee of the British Paediatric Association (1988). *Vegetarian weaning*. Arch Dis Child, 63(10).

O'Connell JM, Dibley MJ, Sierra J, Wallace B, Marks JS e Yip R (1989). *Growth of vegetarian children: The Farm Study*. Pediatrics, 84(3).

O'Connor H, Munas Z, Griffin H, Rooney K, Cheng HL e Steinbeck K (2011). *Nutritional adequacy of energy restricted diets for young obese women*. Asia Pac J Clin Nutr, 20(2).

Obeid R, Fedosov SN e Nexo E (2015). *Cobalamin coenzyme forms are not likely to be superior to cyano-and hydroxyl-cobalamin in prevention or treatment of cobalamin deficiency*. Molecular nutrition & food research, 59(7).

Obeid R, Geisel J, Schorr H, Hübner U e Herrmann W (2002). *The impact of vegetarianism on some haematological parameters*. European Journal of Haematology, 69(5-6).

Owens DJ, Allison R e Close GL (2018). *Vitamin D and the Athlete: Current Perspectives and New Challenges*. Sports Med, 48(Suppl 1).

Pabón ML e Lönnérdal B (2000). *Bioavailability of zinc and its binding to casein in milks and formulas*. J Trace Elem Med Biol, 14(3).

Palacios C, Kostiuk LK e Peña-Rosas JP (2019). *Vitamin D supplementation for women during pregnancy*. Cochrane Database of Systematic Reviews, (7).

Palma O, Jallah JK, Mahakalkar MG, Mendhe DM (2023). *The Effects of Vegan Diet on Fetus and Maternal Health: A Review*. Cureus, 15(10).

Pana TA, Dehghani M, Baradaran HR, Neal SR, Wood AD, Kwok CS, Loke YK, Luben RN, Mamas MA, Khaw KT e Myint PK (2021). *Calcium intake, calcium supplementation and cardiovascular disease and mortality in the British population: EPIC-norfolk prospective cohort study and meta-analysis*. Eur J Epidemiol, 36(7).

Park SK, Ryoo JH, Kim MG e Shin JY (2012). *Association of serum ferritin and the development of metabolic syndrome in middle-aged Korean men: a 5-year follow-up study*. Diabetes Care, 35(12).

Paul C e Brady DM (2017). *Comparative bioavailability and utilization of particular forms of B12 supplements with potential to mitigate B12-related genetic polymorphisms*. Integrative Medicine: A Clinician's Journal, 16(1).

Pawlak R (2017). To vegan or not to vegan when pregnant, lactating or feeding young children. Eur J Clin Nutr, 71(11).

Pawlak R, Berger J, Hines I (2016). *Iron Status of Vegetarian Adults: A Review of Literature*. Am J Lifestyle Med, 12(6).

Pawlak R, Vos P, Shahab-Ferdows S, Hampel D, Allen LH e Perrin MT (2018). *Vitamin B-12 content in breast milk of vegan, vegetarian, and nonvegetarian lactating women in the United States*. Am J Clin Nutr, 108(3).

Pedlar CR, Brugnara C, Bruinvelds G e Burden R (2018). *Iron balance and iron supplementation for the female athlete: a practical approach*. Eur J Sport Sci, 18(2).

Perrin MT, Pawlak R, Dean LL, Christis A e Friend L (2019). A cross-sectional study of fatty acids and brain-derived neurotrophic factor (BDNF) in human milk from lactating women following vegan, vegetarian, and omnivore diets. Eur J Nutr, 58(6).

Petersen KS, Sullivan VK, Fulgoni VL 3rd, Eren F, Cassens ME, Bunczek MT e Kris-Etherton PM (2020). *Circulating Concentrations of Essential Fatty Acids, Linoleic and α-Linolenic Acid, in US Adults in 2003-2004 and 2011-2012 and the Relation with Risk Factors for Cardiometabolic Disease: An NHANES Analysis*. Curr Dev Nutr. 4(10).

PHAC - Public Health Agency of Canada (2010). *Canadian Task Force on Preventive Health Care New grades for recommendations from the Canadian Task Force on Preventive Health Care (Report)*.

Philpott JD, Witard OC e Galloway S (2019). *Applications of omega-3 polyunsaturated fatty acid supplementation for sport performance*. Res Sports Med, 27(2).

Piccoli GB, Clari R, Vigotti FN, Leone F, Attini R, Cabiddu G, Mauro G, Castelluccia N, Colombi N, Capizzi I, Pani A, Todros T e Avagnina P (2015). *Vegan-vegetarian diets in pregnancy: danger or panacea? A systematic narrative review*. BJOG, 122(5).

Pinckaers PJM, Kouw IWK, Gorissen SHM, Houben LHP, Senden JM, Wodzig WKHW, de Groot LCPGM, Verdijk LB, Snijders T e van Loon LJC (2023). *The Muscle Protein Synthetic Response to the Ingestion of a Plant-Derived Protein Blend Does Not Differ from an Equivalent Amount of Milk Protein in Healthy Young Males*. J Nutr, 152(12).

Pistollato F, Sumalla Cano S, Elio I, Masias Vergara M, Giampieri F e Battino M (2015). *Plant-Based and Plant-Rich Diet Patterns during Gestation: Beneficial Effects and Possible Shortcomings*. Adv Nutr, 6(5).

Qi L, van Dam RM, Rexrode K, Hu FB (2007). *Heme iron from diet as a risk factor for coronary heart disease in women with type 2 diabetes*. Diabetes Care, 30.

Raghavan R, Dreibelbis C, Kingshipp BL, Wong YP, Abrams B, Gernand AD, Rasmussen KM, Siega-Riz AM, Stang J, Casavale KO, Spahn JM e Stoody EE (2019). *Dietary patterns before and during pregnancy and maternal outcomes: a systematic review*. Am J Clin Nutr, 109(Suppl_7).

Recalcati S e Cairo G (2021). *Macrophages and Iron: A Special Relationship*. Biomedicines, 9(11).

Recalcati S, Gammella E eCairo G (2019). *Dysregulation of iron metabolism in cancer stem cells*. Free Radic Biol Med, 133.

Recalcati S, Gammella E, Cairo G (2019). *Ironing out Macrophage Immunometabolism*. Pharmaceuticals (Basel), 12(2).

Rizzo NS, Jaceldo-Siegl K, Sabate J e Fraser GE (2013). *Nutrient profiles of vegetarian and nonvegetarian dietary patterns*. J Acad Nutr Diet, 113(12).

Rizzo G, Laganà AS, Rapisarda AM, La Ferrera GM, Buscema M, Rossetti P, Nigro A, Muscia V, Valenti G, Sapia F, Sarpietro G, Zigarelli M e Vitale SG (2016). *Vitamin B12 among Vegetarians: Status, Assessment and Supplementation*. Nutrients, 8(12).

Rizzoli R e Chevalley T (2024). *Nutrition and Osteoporosis Prevention*. Curr Osteoporos Rep, 22(6).

Rocha JP, Lester J, Parag B e Shah NU (2019). *Multiple Health Benefits and Minimal Risks Associated with Vegetarian Diets*. Curr Nutr Rep, 8(4).

Rodriguez NR, DiMarco NM e Langley S (2009). *Position of the American Dietetic Association, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: nutrition and athletic performance*. J Am Diet Assoc, 109.

Rogerson D (2017). *Vegan diets: practical advice for athletes and exercisers*. J Int Soc Sports Nutr, 13.

Rosi A, Mena P, Pellegrini N, Turroni S, Neviani E, Ferrocino I, Di Cagno R, Ruini L, Ciati R, Angelino D, Maddock J, Gobbetti M, Brighenti F, Del Rio D e Scazzina F (2017). *Environmental impact of omnivorous, ovo-lacto-vegetarian, and vegan diet*. Sci Rep, 7(1).

Rolić T, Yazdani M, Mandić S e Distante S (2025). *Iron Metabolism, Calcium, Magnesium and Trace Elements: A Review*. Biol Trace Elem Res, 203(4).

Ross AC, Taylor CL, Yaktine AL e Del Valle HB (2011). *Institute of Medicine (US) Committee to Review Dietary Reference Intakes for Vitamin D and Calcium. Dietary Reference Intakes for Calcium and Vitamin D*. Washington (DC): National Academies Press (US).

Rousseau G. Microbiota (2021). *A New Playground for the Omega-3 Polyunsaturated Fatty Acids in Cardiovascular Diseases*. Mar Drugs, 19(2).

Röytiö H, Mokkala K, Vahlberg T e Laitinen K (2017). *Dietary intake of fat and fibre according to reference values relates to higher gut microbiota richness in overweight pregnant women*. Br J Nutr, 118(5).

Ryan L e Symington AM (2015). *Algal-oil supplements are a viable alternative to fish-oil supplements in terms of docosahexaenoic acid (22: 6n-3; DHA)*. Journal of functional foods, 19.

Sabaté J, Lindsted KD, Harris RD e Johnston PK (1990). *Anthropometric parameters of schoolchildren with different life-styles*. Am J Dis Child, 144(10).

Sabaté J e Wien M (2010). *Vegetarian diets and childhood obesity prevention*. Am J Clin Nutr, 91(5).

Sahni S, Hannan MT, Blumberg J, Cupples LA, Kiel DP e Tucker KL (2009). *Protective effect of total carotenoid and lycopene intake on the risk of hip fracture: a 17-year follow-up from the Framingham Osteoporosis Study*. J Bone Miner Res, 24(6).

Saini RK, Prasad P, Sreedhar R, Akhilender Naidu K, Shang X. e Keum YS (2021). *Omega-3 polyunsaturated fatty acids (PUFAs): Emerging plant and microbial sources, oxidative stability, bioavailability, and health benefits-A review*. Antioxidants, 10(10).

Sánchez-Machado DI, López-Cervantes J, López-Hernández J e Paseiro-Losada P (2004). *Fatty acids, total lipid, protein and ash contents of processed edible seaweeds*. Food Chemistry, 85.

Sandberg AS, Brune M, Carlsson NG, Hallberg L, Skoglund E e Rossander-Hulthén L (1999). *Inositol phosphates with different numbers of phosphate groups influence iron absorption in humans*. The American journal of clinical nutrition, 70(2).

Sanders TA (1988). Growth and development of British vegan children. Am J Clin Nutr, 48(3 Suppl).

Sanders TA (1995). *Vegetarian diets and children*. Pediatr Clin North Am, 42(4).

Sanders TA, Ellis FR e Dickerson JW (1978). *Haematological studies on vegans*. Br J Nutr, 40(1).

Sanders TA e Manning J (1992). *The growth and development of vegan children*. J Human Nutr Diet, 5.

Sanders TA e Purves R (1981). *An anthropometric and dietary assessment of the nutritional status of vegan preschool children*. J Hum Nutr, 35(5).

Sandström B, Arvidsson B, Cederblad A e Björn-Rasmussen E (1980). *Zinc absorption from composite meals. I. The significance of wheat extraction rate, zinc, calcium, and protein content in meals based on bread*. Am J Clin Nutr, 33(4).

Santos HO, Price JC e Bueno AA (2020). *Beyond Fish Oil Supplementation: The Effects of Alternative Plant Sources of Omega-3 Polyunsaturated Fatty Acids upon Lipid Indexes and Cardiometabolic Biomarkers-An Overview*. Nutrients, 12(10).

Saper RB e Rash R (2009). *Zinc: an essential micronutrient*. Am Fam Physician, 79(9).

Sardesai VM (1992). *The essential fatty acids*. Nutr Clin Pract, 7(4).

Saunders AV, Craig WJ e Baines SK (2013). *Zinc and vegetarian diets*. Med. J, 199.

Saunders AV, Davis BC e Garg ML (2013). *Omega-3 polyunsaturated fatty acids and vegetarian diets*. Med J Aust.

Sawangjit R, Thongphui S, Chaichompu W e Phumart P (2020). *Efficacy and Safety of Mecobalamin on Peripheral Neuropathy: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials*. J Altern Complement Med, 26(12).

Schönenberger KA, Schüpfer AC, Gloy VL, Hasler P, Stanga Z, Kaegi-Braun N e Reber E (2021). *Effect of Anti-Inflammatory Diets on Pain in Rheumatoid Arthritis: A Systematic Review and Meta-Analysis*. Nutrients, 13(12).

Schüpbach R, Wegmüller R, Berguerand C, Bui M, Herter-Aeberli I (2017). *Micronutrient status and intake in omnivores, vegetarians and vegans in Switzerland*. Eur J Nutr, 56(1).

Sebastiani G, Herranz Barbero A, Borrás-Novell C, Alsina Casanova M, Aldecoa-Bilbao V, Andreu-Fernández V, Pascual Tutsaus M, Ferrero Martínez S, Gómez Roig MD e García-Algar O (2019). *The Effects of Vegetarian and Vegan Diet during Pregnancy on the Health of Mothers and Offspring*. Nutrients, 11(3).

Selinger S, Neuenschwander M, Koller A, Gojda J, Kühn T, Schwingshackl L e Schlesinger S (2022). *Evidence of a vegan diet for health benefits and risks – an umbrella review of meta-analyses of observational and clinical studies*. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 63(29).

Seniga M (2024). *Proteine: cosa sono e a cosa servono*. Humanitas Research Hospital. Consultato online in data 29/07/2025: [https://www.humanitas.it/news/proteine-cosa-...](https://www.humanitas.it/news/proteine-cosa-sono-e-a-cosa-)

[servono/#:~:text=Le%20proteine%20sono%20molecole%20fondamentali,quanto%20proteine%20assumere%20al%20giorno](#)

Serraj K, Mecili M, Housni I, Andrès E (2011). *Hypervitaminémie B12 : physiopathologie et intérêt en pratique clinique [Hypervitaminemia B12 (high level of cobalamin): physiopathology, role and interest in clinical practice]*. Presse Med, 40(12 Pt 1).

Sette S, Le Donne C, Piccinelli R, Mistura L, Ferrari M e Leclercq C (2013). *INRAN-SCAI 2005–06 study group. The third National Food Consumption Survey, INRAN-SCAI 2005–06: major dietary sources of nutrients in Italy*. Int J Food Sci Nutr, 64(8).

Sharma S, Khandelwal R, Yadav K, Ramaswamy G e Vohra K (2021). *Effect of cooking food in iron-containing cookware on increase in blood hemoglobin level and iron content of the food: A systematic review*. Nepal J Epidemiol, 11(2).

Shaw KA, Zello GA, Rodgers CD, Warkentin TD, Baerwald AR e Chilibeck PD (2022). *Benefits of a plant-based diet and considerations for the athlete*. Eur J Appl Physiol, 122(5).

Shen PJ, Gong B, Xu FY e Luo Y (2015). *Four trace elements in pregnant women and their relationships with adverse pregnancy outcomes*. European Review for Medical & Pharmacological Sciences, 19(24).

Siguel EN e Lerman RH (1994). Altered fatty acid metabolism in patients with angiographically documented coronary artery disease. Metabolism.

Sim M, Garvican-Lewis LA, Cox GR, Govus A, McKay A, Stellingwerff T e Peeling P (2019). *Iron considerations for the athlete: a narrative review*. Eur J Appl Physiol, 119(7).

SINU - Società Italiana di Nutrizione Umana (2014). *LARN. Livelli di Assunzione di Riferimento di Nutrienti ed energia per la popolazione italiana. V revisione*. SICS: Milano.

SINU - Società Italiana di Nutrizione Umana (2018). *Documento SINU sulla dieta vegetariana.* PDF consultato in data 15/07/2025: <https://sinu.it/wp-content/uploads/2019/07/documento-diete-veg-esteso-finale-2018.pdf>

Slywitch E, Savalli C, Duarte ACG e Escrivão MAMS (2021). *Iron Deficiency in Vegetarian and Omnivorous Individuals: Analysis of 1340 Individuals.* Nutrients, 13(9).

Snyder AC, Dvorak LL e Roepke JB (1989). *Influence of dietary iron source on measures of iron status among female runners.* Med Sci Sports Exerc, 21.

Specker BL (1994). *Nutritional concerns of lactating women consuming vegetarian diets.* Am J Clin Nutr, 59(5 Suppl).

Stagnaro-Green A, Abalovich M, Alexander E, Azizi F, Mestman J, Negro R, Nixon A, Pearce EN, Soldin OP, Sullivan S, Wiersinga W e American Thyroid Association Taskforce on Thyroid Disease During Pregnancy and Postpartum (2011). *Guidelines of the American Thyroid Association for the diagnosis and management of thyroid disease during pregnancy and postpartum.* Thyroid, 21(10).

Ströhle A, Richter M, González-Gross M, Neuhäuser-Berthold M, Wagner KH, Leschik-Bonnet E, Egert S e German Nutrition Society (DGE) (2019). *The Revised D-A-CH-Reference Values for the Intake of Vitamin B12 : Prevention of Deficiency and Beyond.* Mol Nutr Food Res, 63(6).

Strom BL, Schinnar R, Ziegler EE, Barnhart KT, Sammel MD, Macones GA, Stallings VA, Drulis JM, Nelson SE e Hanson SA (2001). *Exposure to soy-based formula in infancy and endocrinological and reproductive outcomes in young adulthood.* JAMA, 286(7).

Società Scientifica di Nutrizione Vegetariana. *Vegetariani: come e perché.* Consultato in data 20/07/2025: <https://www.scienzavegetariana.it/scelta-vegetariana.html>

Sobiecki JG, Appleby PN, Bradbury KE e Key TJ (2016). *High compliance with dietary recommendations in a cohort of meat eaters, fish eaters, vegetarians, and vegans: results from the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition-Oxford study*. Nutr Res, 36(5).

Soh BXP, Smith NW, von Hurst PR e McNabb WC (2005). *Achieving High Protein Quality Is a Challenge in Vegan Diets: A Narrative Review*. Nutrition Reviews, 83(7).

Stoodley IL, Williams LM e Wood LG (2023). *Effects of Plant-Based Protein Interventions, with and without an Exercise Component, on Body Composition, Strength and Physical Function in Older Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials*. Nutrients, 15(18).

Storz MA, Stübing F, Hannibal L et al. (2025). *Analyzing dietary exposure to critical nutrients on a plant-based diet using the food- and total nutrient index*. Nutr J 24(39).

Sugiura M, Nakamura M, Ogawa K, Ikoma Y, Ando F e Yano M (2008). *Bone mineral density in post-menopausal female subjects is associated with serum antioxidant carotenoids*. Osteoporos Int, 19(2).

Sutter DO, Bender N (2021). *Nutrient status and growth in vegan children*. Nutr Res, 91.

Tammo Ö, Yıldız S e Tammo Sr Ö. (2022). *Vitamin D deficiency and its clinical results in preeclamptic mothers and their babies*. Cureus, 14(3).

Tan C, Zhao Y e Wang S (2019). *Is a vegetarian diet safe to follow during pregnancy? A systematic review and meta-analysis of observational studies*. Crit Rev Food Sci Nutr, 59(16).

Theil EC e Briat J (2004). *Plant ferritin and non-heme iron nutrition in humans*. HarvestPlus technical monograph 1, Washington, DC and Cali.

Thomas DT, Erdman KA e Burke LM (2016). *Position of the Academy of Nutrition and Dietetics, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: Nutrition and Athletic Performance*. J Acad Nutr Diet, 116(3).

Thomas J e Ellis FR (1977). *The health of vegans during pregnancy*. Proc Nutr Soc, 36(1).

Thomas J, Ellis FR e Diggory PLC (1977). *The health of vegans during pregnancy*.

Thorpe DL, Beeson WL, Knutsen R, Fraser GE e Knutsen SF (2021). *Dietary patterns and hip fracture in the Adventist Health Study 2: combined vitamin D and calcium supplementation mitigate increased hip fracture risk among vegans*. Am J Clin Nutr, 114(2).

Tome D (2012). *Criteria and markers for protein quality assessment - a review*. Br J Nutr, 108 Suppl 2.

Trang HM, Cole DE, Rubin LA, Pierratos A, Siu S e Vieth R (1998). *Evidence that vitamin D₃ increases serum 25-hydroxyvitamin D more efficiently than does vitamin D₂*. Am J Clin Nutr, 68.

Tripkovic L, Lambert H, Hart K, Smith CP, Bucca G, Penson S, Chope G, Hyppönen E, Berry J, Vieth R e Lanham-New S (2012). *Comparison of vitamin D₂ and vitamin D₃ supplementation in raising serum 25-hydroxyvitamin D status: a systematic review and meta-analysis*. Am J Clin Nutr, 95(6).

Tsai KS, Heath H 3rd, Kumar R e Riggs BL (1984). *Impaired vitamin D metabolism with aging in women. Possible role in pathogenesis of senile osteoporosis*. J Clin Invest, 73(6).

Tsilidis KK, Papadimitriou N, Dimou N, Gill D, Lewis SJ, Martin RM, Murphy N, Markozannes G, Zuber V, Cross AJ, Burrows K, Lopez DS, Key TJ, Travis RC, Perez-Cornago A, Hunter DJ, van Duijnhoven FJB, Albanes D, Arndt V, Berndt SI, Bézieau S, Bishop DT, Boehm J, Brenner H, Burnett-Hartman A, Campbell PT, Casey G, Castellví-Bel S, Chan AT,

Chang-Claude J, de la Chapelle A, Figueiredo JC, Gallinger SJ, Giles GG, Goodman PJ, Gsur A, Hampe J, Hampel H, Hoffmeister M, Jenkins MA, Keku TO, Kweon SS, Larsson SC, Le Marchand L, Li CI, Li L, Lindblom A, Martín V, Milne RL, Moreno V, Nan H, Nassir R, Newcomb PA, Offit K, Pharoah PDP, Platz EA, Potter JD, Qi L, Rennert G, Sakoda LC, Schafmayer C, Slattery ML, Snetselaar L, Schenk J, Thibodeau SN, Ulrich CM, Van Guelpen B, Harlid S, Visvanathan K, Vodickova L, Wang H, White E, Wolk A, Woods MO, Wu AH, Zheng W, Bueno-de-Mesquita B, Boutron-Ruault MC, Hughes DJ, Jakuszyn P, Kühn T, Palli D, Riboli E, Giovannucci EL, Banbury BL, Gruber SB, Peters U e Gunter MJ (2021). *Genetically predicted circulating concentrations of micronutrients and risk of colorectal cancer among individuals of European descent: a Mendelian randomization study*. Am J Clin Nutr, 113(6).

Turkina SV (2016). *Bowel disorderes in pregnant women: constipation during pregnancy*. Eksperimental'naia i Klinicheskaiia Gastroenterologiiia (Experimental & Clinical Gastroenterology), (8).

Um CY, Prizment A, Hong CP, Lazovich D e Bostick RM (2019). *Associations of calcium and dairy product intakes with all-cause, all-cancer, colorectal cancer and CHD mortality among older women in the Iowa Women's Health Study*. Br J Nutr, 121(10).

USDA, FoodData Central. Consultato in data 6/08/2025: <https://fdc.nal.usda.gov>

Van DW, De LG, V, Schaafsma G, Bouley C, Luten J e Latge C (1996). *Bioavailability of calcium of fresh cheeses, enteral food and mineral water. A study with stable calcium isotopes in young adult women*. Br J Nutr, 75.

Van den Heuvel EG, Lips P, Schoonmade LJ, Lanham-New SA e van Schoor NM (2024). *Comparison of the Effect of Daily Vitamin D2 and Vitamin D3 Supplementation on Serum 25-Hydroxyvitamin D Concentration (Total 25(OH)D, 25(OH)D2, and 25(OH)D3) and Importance of Body Mass Index: A Systematic Review and Meta-Analysis*. Adv Nutr, 15(1).

Vannucci L, Fossi C, Quattrini S, Guasti L, Pampaloni B, Gronchi G, Giusti F, Romagnoli C, Cianferotti L, Marcucci G e Brandi ML (2018). *Calcium Intake in Bone Health: A Focus on Calcium-Rich Mineral Waters*, 10(12).

Venderley AM e Campbell WW (2006). *Vegetarian diets: nutritional considerations for athletes*. Sports Med, 36.

Venti CA e Johnston CS (2002). *Modified food guide pyramid for lactovegetarians and vegans*. J Nutr, 132(5).

Viadel B, Barberá R e Farré R (2006). *Calcium, iron and zinc uptakes by Caco-2 cells from white beans and effect of cooking*. Int J Food Sci Nutr.

Wacker M e Holick MF (2013). *Sunlight and Vitamin D: A global perspective for health*. Dermatoendocrinol, 5(1).

Wagner CL e Greer FR (2008); American Academy of Pediatrics Section on Breastfeeding; American Academy of Pediatrics Committee on Nutrition. *Prevention of rickets and vitamin D deficiency in infants, children, and adolescents*. Pediatrics, 122(5).

Waldmann A, Koschizke JW, Leitzmann C, Hahn A (2004). *Dietary iron intake and iron status of German female vegans: results of the German vegan study*. Ann Nutr Metab, 48(2).

Wang B, Xiao S, Zhou G e Wang J (2023). *Novel Casein-Derived Peptide-Zinc Chelate: Zinc Chelation and Transepithelial Transport Characteristics*. J Agric Food Chem, 71(18).

Wang M, Asam S, Chen J e Rychlik M (2021). *Development of Stable Isotope Dilution Assays for the Analysis of Natural Forms of Vitamin B12 in Meat*. J Agric Food Chem, 69(36).

Wang Z, Zhu W, Xing Y, Jia J e Tang Y (2022). *B vitamins and prevention of cognitive decline and incident dementia: a systematic review and meta-analysis*. Nutr Rev, 80(4).

Watanabe F, Yabuta Y, Bito T e Teng F (2014). *Vitamin B₁₂-containing plant food sources for vegetarians*. Nutrients, 6(5).

Watanabe F, Yabuta Y, Tanioka Y e Bito T (2013). *Biologically active vitamin B12 compounds in foods for preventing deficiency among vegetarians and elderly subjects*. J Agric Food Chem.

Watt KK, Garnham AP e Snow RJ (2004). *Skeletal muscle total creatine content and creatine transporter gene expression in vegetarians prior to and following creatine supplementation*. Int J Sport Nutr Exerc Metab, 14(5).

Wattanapenpaiboon N, Lukito W, Wahlqvist ML e Strauss BJ (2003). *Dietary carotenoid intake as a predictor of bone mineral density*. Asia Pac J Clin Nutr, 12(4).

Weaver CM, Heaney RP, Connor L, Martin BR, Smithe DL e Nielsen S (2002). *Bioavailability of calcium from tofu as compared with milk in premenopausal women*. Journal of Food Science, 67(8).

Weaver CM e Plawecki KL (1994). *Dietary calcium: adequacy of a vegetarian diet*. Am J Clin Nutr, 59(5 Suppl).

Weaver CM, Proulx WR e Heaney R (1999). *Choices for achieving adequate dietary calcium with a vegetarian diet*. Am J Clin Nutr, 70(3 Suppl).

Wegmüller R, Tay F, Zeder C, Brnic M e Hurrell RF (2014). *Zinc absorption by young adults from supplemental zinc citrate is comparable with that from zinc gluconate and higher than from zinc oxide*. J Nutr, 144(2).

Weikert C, Trefflich I, Menzel J, Obeid R, Longree A, Dierkes J, Meyer K, Herter-Aeberli I, Mai K, Stangl GI, Müller SM, Schwerdtle T, Lampen A e Abraham K (2020). *Vitamin and Mineral Status in a Vegan Diet*. Dtsch Arztebl Int, 117(35-36).

Welch AA, Scott J, Cameron D et al (2025). *Are Dietary Patterns Relevant for Reducing the Risk of Fractures and Sarcopenia?*. Curr Osteoporos Rep 23(7).

Welch AA, Shakya-Shrestha S, Lentjes MA, Wareham NJ e Khaw KT (2010). *Dietary intake and status of n-3 polyunsaturated fatty acids in a population of fish-eating and non-fish-eating meat-eaters, vegetarians, and vegans and the product-precursor ratio [corrected] of α-linolenic acid to long-chain n-3 polyunsaturated fatty acids: results from the EPIC-Norfolk cohort*. Am J Clin Nutr, 92(5).

West S, Monteyne AJ, van der Heijden I, Stephens FB e Wall BT (2023). *Nutritional Considerations for the Vegan Athlete*. Adv Nutr. 14(4).

Wheatley C (2007). *The return of the Scarlet Pimpernel: cobalamin in inflammation II—cobalamins can both selectively promote all three nitric oxide synthases (NOS), particularly iNOS and eNOS, and, as needed, selectively inhibit iNOS and nNOS*. Journal of nutritional & environmental medicine, 16(3-4).

Whisner CM, Martin BR, Nakatsu CH, Story JA, MacDonald-Clarke CJ, McCabe LD, McCabe GP e Weaver CM (2016). *Soluble Corn Fiber Increases Calcium Absorption Associated with Shifts in the Gut Microbiome: A Randomized Dose-Response Trial in Free-Living Pubertal Females*. J Nutr, 146(7).

White DL, Collinson A (2013). *Red meat, dietary heme iron, and risk of type 2 diabetes: The involvement of advanced lipoxidation endproducts*. Adv. Nutr, 4.

WHO (2016). *Recommendations on Antenatal Care for a Positive Pregnancy Experience*. Geneva: World Health Organization.

WHO (2021). *Plant-based diets and their impact on health, sustainability and the environment: a review of the evidence*: WHO European Office for the Prevention and Control of Noncommunicable Diseases. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe.

Williams MH (1985). *Nutritional aspects of human physical and athletic performance*. Charles C. Thomas Publisher, 30.

Wilson AK e Ball MJ (1999). *Nutrient intake and iron status of Australian male vegetarians*. Eur J Clin Nutr, 53(3).

Wirnitzer K, Boldt P, Lechleitner C, Wirnitzer G, Leitzmann C, Rosemann T e Knechtle B (2018). *Health Status of Female and Male Vegetarian and Vegan Endurance Runners Compared to Omnivores-Results from the NURMI Study (Step 2)*. Nutrients, 11(1).

Wolfe RR, Rutherford SM, Kim IY e Moughan PJ (2016). *Protein quality as determined by the Digestible Indispensable Amino Acid Score: evaluation of factors underlying the calculation*. Nutr Rev, 74(9).

Xia Z , Cholewa JM , Dardevet D , Huang T , Zhao Y , Shang H , Yang Y , Ding X , Zhang C , Wang H , Liu S , Su Q e Zanchi NE (2018). *Effects of oat protein supplementation on skeletal muscle damage, inflammation and performance recovery following downhill running in untrained collegiate men*. Food Funct, 9(9).

Yahn GB, Abato JE e Jadavji NM (2021). *Role of vitamin B12 deficiency in ischemic stroke risk and outcome*. Neural Regen Res, 16(3).

Yang C, Shi X, Xia H, Yang X, Liu H, Pan D e Sun G (2020). *The Evidence and Controversy Between Dietary Calcium Intake and Calcium Supplementation and the Risk of Cardiovascular Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis of Cohort Studies and Randomized Controlled Trials*. J Am Coll Nutr, 39(4).

Yen CE, Yen CH, Huang MC, Cheng CH e Huang YC (2008). *Dietary intake and nutritional status of vegetarian and omnivorous preschool children and their parents in Taiwan*. Nutr Res, 28(7).

Yisahak SF, Hinkle SN, Mumford SL, Li M, Andriessen VC, Grantz KL, Zhang C eGrewal J (2021). *Vegetarian diets during pregnancy, and maternal and neonatal outcomes*. Int J Epidemiol, 50(1).

Yoon S, Kwon O e Kim J (2021). *Vitamin D in athletes: focus on physical performance and musculoskeletal injuries*. Phys Act Nutr, 25(2).

Young VR e Pellett PL (1994). *Plant proteins in relation to human protein and amino acid nutrition*. Am. J. Clin. Nutr, 59.

Zello GA (2006). *Dietary Reference Intakes for the macronutrients and energy: considerations for physical activity*. Appl Physiol Nutr Metab, 31(1).

Zhang C, Luo J, Yuan C, Ding D (2020). *Vitamin B12, B6, or Folate and Cognitive Function in Community-Dwelling Older Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis*. J Alzheimers Dis, 77(2).

Zhang ZQ, He LP, Liu YH, Liu J, Su YX e Chen YM (2014). *Association between dietary intake of flavonoid and bone mineral density in middle aged and elderly Chinese women and men*. Osteoporos Int, 25(10).

Zhang Y, Li Y, Liu J, Wei X, Tan N, Zhang J, Wang W e Wang Y (2021). *Association of Vitamin D or Calcium Supplementation with Cardiovascular Outcomes and Mortality: A Meta-Analysis with Trial Sequential Analysis*. J Nutr Health Aging, 25(2).

Zhang YY, Stockmann R, Ng K e Ajlouni S (2022). *Revisiting phytate-element interactions: implications for iron, zinc and calcium bioavailability, with emphasis on legumes*. Crit Rev Food Sci Nutr, 62(6).

Zhao Y, Martin BR e Weaver CM (2005). *Calcium bioavailability of calcium carbonate fortified soymilk is equivalent to cow's milk in young women*. J Nutr, 135(10).

Zhou H, Hu Y, Tan Y, Zhang Z e McClements DJ (2021). *Digestibility and gastrointestinal fate of meat versus plant-based meat analogs: An in vitro comparison*. Food Chem, 364.

Zulyniak MA, de Souza RJ, Shaikh M, Desai D, Lefebvre DL, Gupta M, Wilson J, Wahi G, Subbarao P, Becker AB, Mandhane P, Turvey SE, Beyene J, Atkinson S, Morrison KM, McDonald S, Teo KK, Sears MR, Anand SS e NutriGen Alliance investigators (2017). *Does the impact of a plant-based diet during pregnancy on birth weight differ by ethnicity? A dietary pattern analysis from a prospective Canadian birth cohort alliance*. BMJ Open, 7(11).