

ilmedicopediatra 2023;31(3):18-26  
doi: 10.36179/2611-5212-2023-15

# Stili di vita, alimentazione, aspetti muscolo-scheletrici, raggiungimento del picco di massa ossea in età evolutiva: il ruolo della vitamina D

Francesco Vierucci, Cristina Mucaria, Caterina Bacci, Angelina Vaccaro

*U.O.C. Pediatria di Lucca, Area Vasta Toscana Nord Ovest*

## Corrispondenza:

Francesco Vierucci  
vieruf@hotmail.it

## Conflitto di interessi:

Gli Autori dichiarano nessun conflitto di interessi.

**How to cite this article:** Vierucci F, Mucaria C, Bacci C, et al. Stili di vita, alimentazione, aspetti muscolo-scheletrici, raggiungimento del picco di massa ossea in età evolutiva: il ruolo della vitamina D. *Il Medico Pediatra* 2023;32(3):18-26. <https://doi.org/10.36179/2611-5212-2023-15>

© Copyright by Federazione Italiana Medici Pediatri



OPEN ACCESS

L'articolo è open access e divulgato sulla base della licenza CC-BY-NC-ND (Creative Commons Attribuzione – Non commerciale – Non opere derivate 4.0 Internazionale). L'articolo può essere usato indicando la menzione di paternità adeguata e la licenza; solo a scopi non commerciali; solo in originale. Per ulteriori informazioni: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.it>

## INTRODUZIONE

La vitamina D rappresenta un vero e proprio ormone implicato nella regolazione dell'omeostasi fosfo-calcica, con particolare riferimento ai processi di mineralizzazione e di acquisizione della massa ossea. Oltre a queste classiche azioni "scheletriche", la vitamina D esercita anche numerose azioni cosiddette "extrascheletriche". Essa, infatti, contribuisce alla regolazione dell'espressione di oltre 1.000 geni implicati in numerose funzioni, fra cui la risposta immunitaria, la regolazione dei processi di crescita e differenziazione cellulare, i processi metabolici, ecc.<sup>1</sup>. Alla luce di queste considerazioni, la promozione e il mantenimento di uno stato vitaminico D rappresentano importanti obiettivi di salute pubblica. Il termine "vitamina D" viene utilizzato per indicare indistintamente due diverse forme presenti in natura: la vitamina D<sub>3</sub> (coleciferolo) di derivazione animale e la vitamina D<sub>2</sub> (ergocalciferolo) di derivazione vegetale. L'uomo è in grado di sintetizzare vitamina D<sub>3</sub> a livello cutaneo in seguito all'esposizione della cute alla luce solare e può introdurre con la dieta vitamina D<sub>3</sub> e vitamina D<sub>2</sub>, presenti tuttavia in quantità significative solo in alcuni cibi, raramente consumati dai bambini (salmone, sardina, olio di fegato di merluzzo, alcuni funghi, ecc.). Pertanto, se non consideriamo

gli alimenti fortificati artificialmente, fino al 90% dell'apporto di vitamina D deriva dall'esposizione casuale della cute al sole <sup>1</sup>. Tutta la vitamina D dell'organismo (sia quella prodotta a livello cutaneo che quella assunta con la dieta) viene convogliata a livello epatico, dove viene convertita dall'enzima 25-idrossilasi in 25-idrossivitamina D [25(OH)D o calcidiolo]. Considerando che questa tappa di attivazione non è sottoposta ad alcuna ulteriore regolazione e che questo metabolita ha un'emivita di circa 2-3 settimane, il dosaggio dei livelli circolanti di 25(OH)D rappresenta l'unico modo universalmente raccomandato per valutare lo stato vitaminico D di un individuo, inclusi bambini e adolescenti <sup>2</sup>.

Negli ultimi anni, numerose società scientifiche internazionali hanno intrapreso un acceso dibattito sulla definizione dello stato vitaminico D. Per quanto riguarda l'Italia, la Consensus sulla vitamina D in età pediatrica prodotta dalla Società Italiana di Pediatria, dalla Società Italiana di Pediatria Preventiva e Sociale e dalla Federazione Italiana Medici Pediatri ha indicato i seguenti cut-off <sup>3</sup>:

- < 10 ng/mL: carenza grave;
- < 20 ng/mL: carenza;
- 20-29 ng/mL: insufficienza;
- ≥ 30 ng/mL: sufficienza.

La 25(OH)D subisce una seconda tappa di attivazione a livello renale, dove l'enzima 1-alfa-idrossilasi sintetizza l'1,25-diidrossivitamina D (calcitriolo), un vero e proprio ormone che stimola l'assorbimento intestinale di calcio e fosforo per il mantenimento di una normale mineralizzazione ossea. In presenza di carenza di vitamina D, in particolare se associata a scarso apporto di calcio con la dieta, si instaura un iperparatiroidismo secondario con lo scopo di stimolare l'attività dell'1-alfa-idrossilasi e, quindi, di mantenere i livelli di calcitriolo nella norma. D'altra parte, sia il paratormone elevato che il calcitriolo prodotto in questa situazione di carenza stimolano il riassorbimento di calcio dallo scheletro per mantenere la calcemia nella norma, con possibili effetti negativi sui processi di acquisizione della massa ossea. L'1-alfa-idrossilasi non è presente

solo a livello renale, ma viene espressa (insieme al recettore della vitamina D) in tutti i principali organi e apparati dell'organismo, determinando una sintesi locale di calcitriolo responsabile delle numerose azioni extrascheletriche della vitamina D <sup>1</sup>.

## EPIDEMIOLOGIA DELLA CARENZA DI VITAMINA D IN ITALIA

Negli ultimi anni, diversi studi epidemiologici hanno valutato lo stato vitaminico D di bambini e adolescenti italiani. Anche se questi studi non permettono di trarre conclusioni generalizzabili all'intera popolazione pediatrica italiana, da una visione d'insieme dei risultati emerge un'elevata prevalenza di carenza di vitamina D (19-84%) in tutto il Paese, in particolare durante il periodo invernale, nei bambini con eccesso ponderale o di etnia non caucasica. Tali percentuali sembrano non variare significativamente in base alla latitudine, anche se la maggior parte degli studi è stata condotta nell'Italia centro-settentrionale. Per quanto riguarda l'età dei soggetti arruolati, una prevalenza di carenza di vitamina D particolarmente elevata viene riportata in epoca neonatale e durante l'adolescenza <sup>3</sup>.

Lo studio Italiano di più recente pubblicazione ha valutato lo stato vitaminico D in bambini di età scolare (5-10 anni) non in profilassi con vitamina D residenti ad Ancona (studio condotto nel periodo 2015-2017); tale lavoro ha riportato una prevalenza di insufficienza [25(OH)D: 20-30 ng/mL], deficit (10-20 ng/mL) e carenza grave (< 10 ng/mL) di vitamina D rispettivamente pari a 37, 21 e 6%, risultato in linea con gli altri dati nazionali. Questo studio ha confermato un significativo effetto delle stagioni sullo stato vitaminico D, riscontrando livelli di 25(OH)D più bassi in inverno e primavera <sup>4</sup>. È opportuno sottolineare come i lavori sopracitati siano studi epidemiologici, ossia non forniscano dati clinici relativi a eventuali sintomi o segni di carenza di vitamina D nei soggetti arruolati. Pertanto, l'elevata prevalenza di ipovitaminosi D riportata deve essere considerata come un dato puramente epidemiologico, piuttosto che come spia di una condizione patologica diffusa a livello nazionale.

## CARENZA DI VITAMINA D: "SOLO" RACHITISMO?

Il rachitismo rappresenta la conseguenza più nota della carenza di vitamina D in età pediatrica. Per questo motivo, diverse società scientifiche concordano che lo scopo principale della profilassi con vitamina D sia proprio la prevenzione del rachitismo carenziale, patologia che, di fatto, è ancora presente in tutto il mondo <sup>5</sup>.

D'altra parte, la carenza di vitamina D non deve essere considerata un semplice sinonimo di rachitismo, poiché tale deficit si sviluppa in maniera subdola, rimanendo per molto tempo asintomatico e non facilmente riconoscibile se non adeguatamente sospettato (Fig. 1) <sup>6</sup>. Immaginando di partire da livelli circolanti sufficienti di vitamina D (condizione ideale, in realtà poco frequente), in presenza di fattori di rischio di carenza (Tab. I) i livelli di 25(OH)D iniziano inesorabilmente a diminuire, con conseguente riduzione dell'assorbimento intestinale di calcio <sup>7</sup>. A questo punto, i livelli di paratormone iniziano ad aumentare per riassorbire calcio dall'osso;

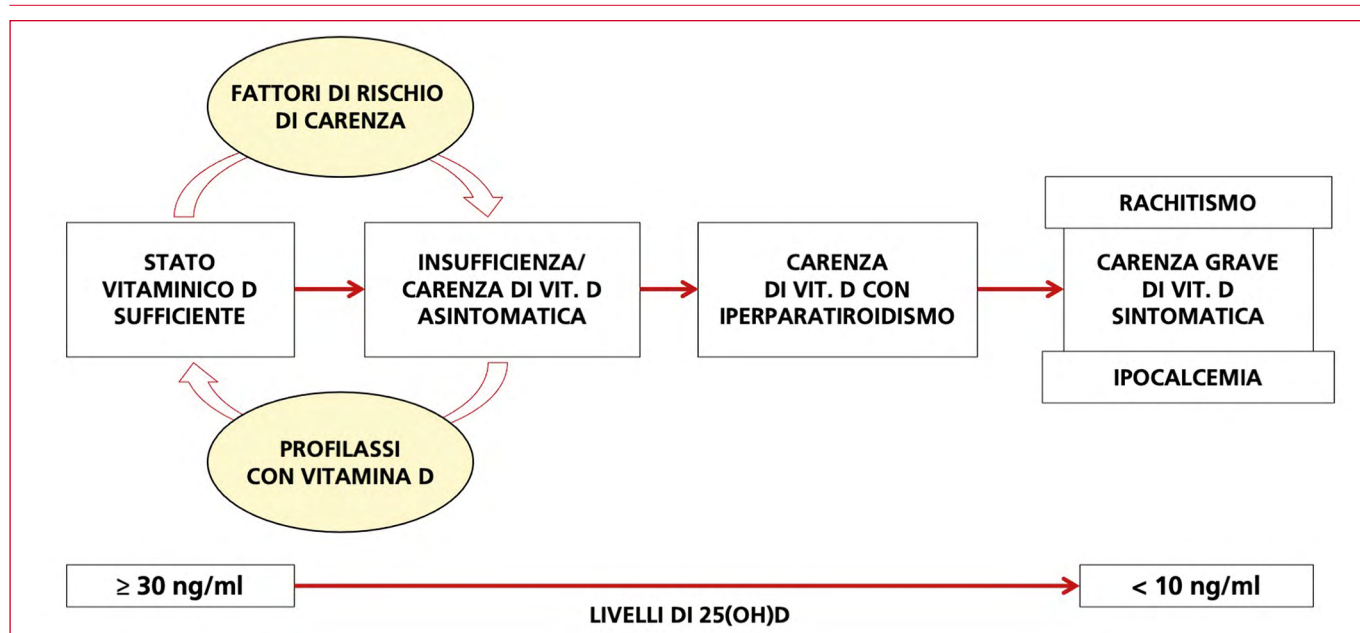
il compenso dovuto a questo iperparatiroidismo secondario è apparentemente asintomatico, ma inizia già a influenzare negativamente i processi di acquisizione della massa ossea. In assenza di profilassi, con il passare del tempo si può sviluppare una carenza grave di vitamina D sintomatica, ossia associata a ipocalcemia e/o rachitismo vero e proprio.

Poiché le lesioni ossee del rachitismo carenziale si sviluppano in un tempo piuttosto lungo (settimane/mesi), possiamo fare due riflessioni: da una parte, studi epidemiologici hanno confermato che esistono numerosi bambini con carenza (anche grave) di vitamina D probabilmente misconosciuta, a rischio quindi di sviluppare deficit sintomatico; dall'altra, ogni pediatra deve valutare attentamente (e periodicamente) in tutti i bambini la presenza di possibili fattori di rischio di carenza di vitamina D, così da attuare quanto prima le adeguate strategie preventive.

In Tabella II vengono descritti quattro casi di bambini di etnia non caucasica con carenza grave di vitamina D "accidentalmente" diagnosticati presso la Pediatria di

**FIGURA 1.**

**Rappresentazione schematica dello spettro della carenza di vitamina D.**



**TABELLA I.**

**Fattori di rischio di carenza di vitamina D in età pediatrica <sup>7</sup>.**

Primo anno di vita	1-18 anni
Etnia non caucasica con elevata pigmentazione cutanea	
Regimi dietetici inadeguati (ad es. dieta vegana)	
Insufficienza renale cronica	
Insufficienza epatica e/o colestasi	
Sindromi con malassorbimento (ad es. fibrosi cistica, malattie infiammatorie croniche intestinali, celiachia alla diagnosi)	
Terapie croniche: antiepilettici, glucocorticoidi per via orale, antiretrovirali, antifungini per via sistemica	
Nati da madri con multipli fattori di rischio di carenza (in particolare assenza di profilassi durante la gravidanza)	Ridotta esposizione solare (stile di vita, motivi culturali/religiosi, attività sportiva <i>indoor</i> , malattie croniche, frequente ospedalizzazione, disabilità, istituzionalizzazione) e/o costante utilizzo di filtri solari
Adozione internazionale	
Obesità	

**TABELLA II.**

**Descrizione di quattro casi di carenza grave di vitamina D diagnosticati presso la Pediatria di Lucca nel 2023.**

Dati del paziente: genere, età, origine Mese di accesso in PS	Motivo dell'accesso in PS; diagnosi di dimissione	Esame obiettivo	Fattori di rischio di carenza di vitamina D	Valutazione del metabolismo fosfo-calcico
♂, 3 anni e 6 mesi, originario del Senegal Maggio 2023	Convulsione febbrile; diagnosi di infezione delle alte vie respiratorie	Non segni di rachitismo	Etnia non caucasica Scarsa esposizione solare* Non profilassi con vitamina D	25(OH)D: 8 ng/ml Calcio, fosforo, PTH, ALP nella norma
♂, 2 anni e 5 mesi, nato in Pakistan (in Italia da maggio 2023) Agosto 2023	Trauma cranico non commotivo; diagnosi occasionale di grave anemia sideropenica (Hb 6,4 g/dl)	Non segni di rachitismo	Etnia non caucasica Scarsa esposizione solare* Non profilassi con vitamina D Alimentazione selettiva	25(OH)D: 6 ng/ml Calcio, fosforo, PTH, ALP nella norma
♂, 19 mesi, originario del Marocco Febbraio 2023	Dispnea; diagnosi di bronchite asmatiche e anemia sideropenica	Bozze frontali	Etnia non caucasica Scarsa esposizione solare* Non profilassi con vitamina D Alimentazione selettiva	25(OH)D: < 4 ng/ml lperPTH secondario Calcio, fosforo, ALP nella norma
♂, 4 mesi, originario del Marocco Gennaio 2023	Febbre; diagnosi di infezione delle vie urinarie e rachitismo carenziale	Bozze frontali Fontanella ampia Ipotono generalizzato	Etnia non caucasica Allattamento al seno esclusivo Non profilassi con vitamina D	25(OH)D: < 4 ng/ml lperPTH secondario Ipcalcemia Aumento ALP

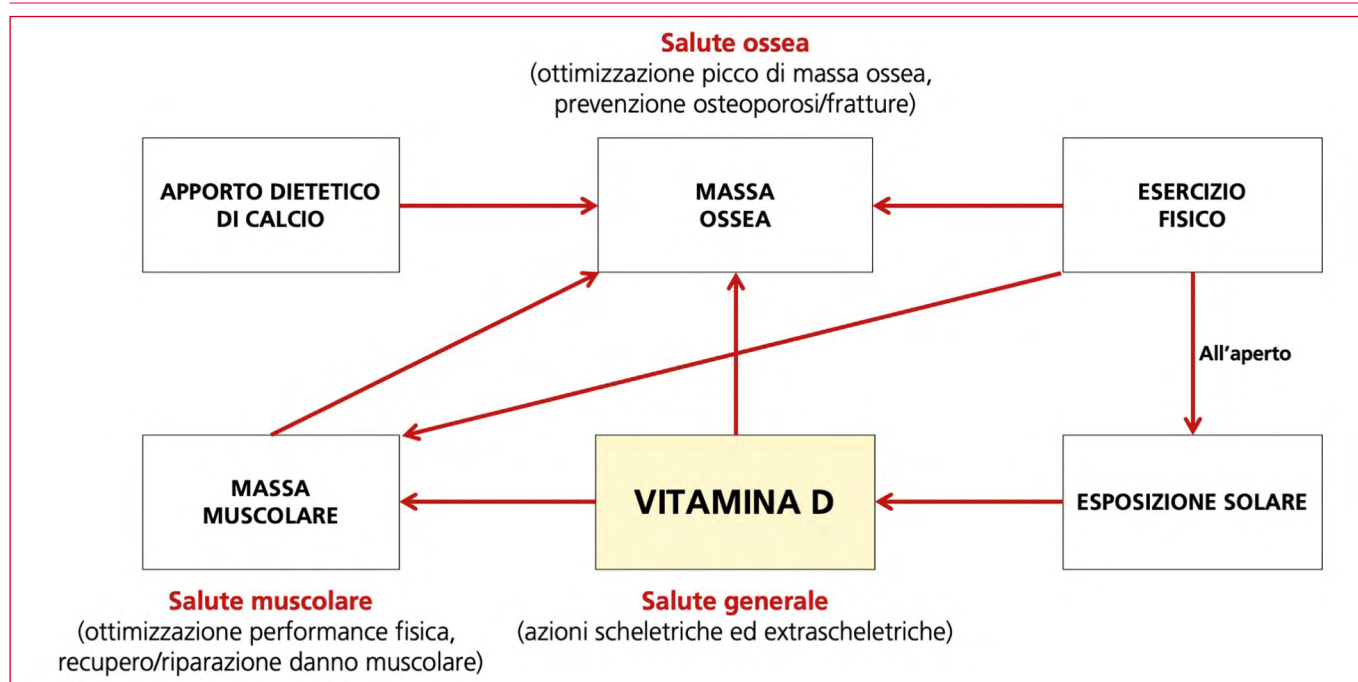
PS: pronto soccorso; PTH: paratormone; ALP: fosfatasi alcalina. \* La madre del bambino indossava il velo.

Lucca nel 2023. Questi bambini sono stati condotti in ospedale per patologia infettiva o traumatica; solo durante l'anamnesi e la visita emergeva il sospetto di carenza grave di vitamina D. Effettivamente, solo un bambino su quattro (il più piccolo) presentava un

vero e proprio quadro di rachitismo carenziale, mentre gli altri bambini presentavano carenza grave di vitamina D associata a segni clinici assenti o sfumati (le bozze frontali sono uno dei primi segni carenziali del bambino piccolo) e a restante valutazione del meta-

**FIGURA 2.**

Effetti della vitamina D sulla massa ossea e muscolare (le frecce indicano stimolazione).



bolismo fosfo-calcico normale o con iniziale iperparatiroidismo secondario. Da notare come in presenza di alimentazione selettiva e quindi povera da un punto di vista nutrizionale, alla carenza grave di vitamina D si associava anemia sideropenica.

### VITAMINA D, SALUTE OSSEA E MUSCOLARE

L'acquisizione della massa ossea rappresenta uno dei processi più importanti e caratteristici dell'età pediatrica, poiché inizia in epoca fetale e prosegue durante tutta l'infanzia e l'adolescenza, per culminare con il raggiungimento del picco di massa ossea, il livello più elevato di massa ossea ottenibile durante la vita come risultato di una crescita normale. Tale picco viene raggiunto al termine della maturazione scheletrica, ossia tra i 18-20 anni nelle femmine e tra i 20-23 anni nei maschi<sup>8</sup>. Anche se la maggior parte dei processi di acquisizione della massa ossea (fino all'80%) risulta essere geneticamente determinata, una percentuale significativa del picco di massa ossea può comunque

essere influenzata da fattori legati allo stile di vita, come lo stato vitaminico D, l'esercizio fisico e l'apporto dietetico di calcio<sup>9</sup>. In Figura 2 sono rappresentate le relazioni tra i vari determinanti del picco di massa ossea.

L'acquisizione della massa ossea avviene durante tutta l'età evolutiva (fenomeno cosiddetto di "tracking"), per cui un deficit di vitamina D precoce e duraturo può influenzare negativamente la salute ossea fin dalle prime epoche di vita<sup>10</sup>. Diversi studi hanno dimostrato un'associazione significativa tra lo stato vitaminico D di bambini adolescenti e la massa ossea misurata in varie sedi corporee (colonna vertebrale, femore, corpo intero) attraverso densitometria a doppio raggio X (DXA)<sup>11,12</sup>. Inoltre, una recente meta-analisi ha dimostrato che la profilassi con vitamina D in gravidanza (1.000-2.400 UI/die somministrate giornalmente) influenza significativamente la massa ossea dei bambini a 4-6 anni di vita, confermando l'importanza della vitamina D per la salute ossea sin dall'epoca fetale<sup>13</sup>.

La vitamina D stimola l'acquisizione della massa ossea sia direttamente, favorendo l'assorbimento intestinale di calcio (che dipende ovviamente anche dall'apporto di calcio con la dieta), che indirettamente stimolando lo sviluppo del tessuto muscolare. Dal momento che la vitamina D contribuisce alla regolazione dei livelli intracellulari di calcio, alla differenziazione e alla composizione delle proteine contrattili muscolari, lo stato vitaminico D è stato posto in relazione con la promozione della massa e della forza muscolare, con l'ottimizzazione della performance fisica e con la capacità di recupero/riparazione di eventuali danni muscolari in atleti giovani/adulti <sup>14</sup>. Il muscolo rappresenta un importante stimolo meccanico per lo sviluppo del tessuto osseo perché il carico e la tensione esercitati dalla massa muscolare sullo scheletro influenzano la forza e la resistenza dell'osso stesso.

Allo stesso modo della vitamina D, anche l'esercizio fisico influenza positivamente la salute ossea e muscolare; è interessante sottolineare come l'attività sportiva all'aperto (outdoor) favorisca l'esposizione alla luce solare, influenzando positivamente lo stato vitaminico D. Al contrario, praticare regolarmente uno sport al chiuso (indoor) può rappresentare un fattore di rischio aggiuntivo di deficit di vitamina D <sup>15</sup>.

A oggi, pochi studi hanno valutato la relazione tra stato vitaminico D, supplementazione con vitamina D e performance sportiva in atleti in età pediatrica, con risultati discordanti. In ogni modo, è opportuno cercare di ottimizzare tutti i possibili determinanti dei processi di acquisizione della massa ossea (attività fisica, stato vitaminico D, apporto dietetico di calcio), così da promuovere il pieno raggiungimento del picco di massa ossea e contribuire, fin dall'età pediatrica, alla prevenzione dell'osteoporosi in età adulta <sup>16</sup>.

## **IL DOSAGGIO DELLA VITAMINA D E LE STRATEGIE DI PROFILASSI**

In questo articolo, così come in molte altre pubblicazioni che trattano di vitamina D, vengono più volte citati i termini "sufficienza" e "carenza" di vitamina D; come già discusso, la valutazione dello stato vitaminico D di

un individuo può essere fatta esclusivamente dosando i livelli circolanti di 25(OH)D, e non vi è altro modo di definire una carenza di vitamina D se non quella di eseguire tale dosaggio di laboratorio. È opportuno sottolineare come ogni studio (sia di associazione che, ancor di più, di supplementazione) intento a valutare la possibile relazione tra vitamina D e un qualsiasi outcome di salute non possa prescindere dal dosaggio dei livelli di 25(OH)D dei soggetti arruolati. Proprio a seguito dell'identificazione delle numerose azioni extrascheletriche della vitamina D e la significativa associazione riscontrata fra stato vitaminico D e rischio di sviluppare varie patologie (infettive, autoimmuni, cardiovascolari, ecc.), è stato suggerito che il dosaggio della 25(OH)D possa rappresentare una sorta di marcatore della salute generale (o, in caso di carenza, di scarsa salute) di un individuo, nonostante il rapporto di causalità tra carenza di vitamina D e le suddette patologie sia ancora incerto <sup>17,18</sup>.

Alla luce di tutte queste considerazioni non sorprende che negli ultimi anni la richiesta del dosaggio della vitamina D sia aumentata esponenzialmente, con conseguente ingiustificato aumento della spesa sanitaria. Infatti, il dosaggio della vitamina D è indicato solo per confermare il sospetto clinico di rachitismo/carenza grave di vitamina D o di un'altra possibile patologia del metabolismo fosfo-calcico (ad es. ipocalcemia, osteoporosi), oppure in bambini affetti da patologie o in terapia con farmaci noti per influenzare negativamente la salute ossea (Tab. III). Inoltre, quando vi è indicazione al dosaggio della vitamina D, è opportuno che quest'ultimo venga sempre eseguito insieme a una valutazione più estesa del metabolismo fosfo-calcico (paratormone, calcio, fosforo, fosfatasi alcalina). Al contrario, non è necessario dosare la vitamina D né per identificare i bambini da sottoporre a profilassi, né per scegliere il regime di supplementazione più efficace per il bambino che abbiamo di fronte, in quanto è sufficiente valutare i fattori di rischio di carenza e l'aderenza della famiglia allo schema proposto. Sia la Consensus Pediatrica Italiana <sup>3</sup> che la Società Italiana dell'Osteoporosi, del

**TABELLA III.**

**Indicazioni alla valutazione dello stato vitaminico D in età pediatrica (da Saggese et al., 2018, mod.)<sup>3</sup>.**

Dosaggio consigliato <sup>o</sup>
Sospetto rachitismo carenziale
Ipopocalcemia
Sospetto deficit grave di vitamina D (presenza di multipli fattori di rischio)
Sospetta osteoporosi (ad es. fratture ricorrenti/patologiche)
Patologie croniche e/o farmaci interferenti con il metabolismo della vitamina D (ad es. anti-epilettici, corticosteroidi per via sistemica, antiretrovirali)
Celiachia alla diagnosi
Casi particolari, da individualizzare
Asma grave, steroide-resistente*
Infezioni respiratorie ricorrenti*
Dolore addominale ricorrente, dolori di crescita*
Obesità con sindrome metabolica
Dosaggio non indicato
Nel bambino "altrimenti sano"
Nel bambino con scarsa esposizione alla luce solare
Nel bambino di colore "altrimenti sano"
Nel bambino obeso senza alterazioni metaboliche

<sup>o</sup> Si consiglia di valutare anche paratormone, calcio, fosforo, fosfatasi alcalina. \* In bambini con sospetta carenza grave di vitamina D (presenza di multipli fattori di rischio)

Metabolismo Minerale e delle Malattie dello Scheletro (SIOMMMS)<sup>19</sup> sottolineano come non vi sia indicazione al dosaggio della vitamina D indiscriminatamente in tutti i soggetti con fattori di rischio di carenza, né tanto meno come screening di popolazione.

Nella Tabella IV sono riassunte le principali indicazioni alla profilassi con vitamina D in età pediatrica. La profilassi giornaliera è generalmente consigliata rispetto ad altri possibili schemi di somministrazione intermittente (Tab. V). In ogni modo, la profilassi con vitamina D deve essere individualizzata in ogni bambino e adolescente, innanzitutto per identificare i soggetti che realmente possano beneficiare della supplementazione (ossia i bambini a rischio di carenza). Infatti, mentre

**TABELLA IV.**

**Raccomandazioni relative alla profilassi con vitamina D in età pediatrica<sup>3,7</sup>.**

Primo anno	1-18 anni
La profilassi con vitamina D è raccomandata in tutti i bambini, indipendentemente dal tipo di allattamento	La profilassi con vitamina D è raccomandata in bambini e adolescenti con fattori di rischio di carenza di vitamina D
La profilassi con vitamina D dovrebbe iniziare nei primi giorni di vita e continuare almeno fino al compimento del primo anno	La profilassi con vitamina D è raccomandata nel periodo novembre-aprile in bambini e adolescenti con ridotta esposizione solare durante l'estate. La supplementazione continuativa con vitamina D è raccomandata in presenza di fattori di rischio di carenza permanenti
I nati a termine senza fattori di rischio di carenza dovrebbero ricevere 400 UI/die di vitamina D. In caso di fattori di rischio, è possibile somministrare fino a 1.000 UI/die di vitamina D	I bambini a rischio di carenza dovrebbero ricevere la profilassi con vitamina D con una dose variabile tra 600 UI/die (ad es. in caso di ridotta esposizione alla luce solare) e 1.000 UI/die (ad es. in presenza di multipli fattori di rischio di deficit)
Si raccomanda la profilassi giornaliera	In caso di scarsa compliance con la profilassi giornaliera, dopo i 5-6 anni di vita e in particolare negli adolescenti è possibile considerare una supplementazione intermittente settimanale, bisettimanale o mensile (con una dose mensile cumulativa di 18.000-30.000 UI di vitamina D).
I bambini con obesità o in terapia con antiepilettici, corticosteroidi per via orale, antimicotici e antiretrovirali dovrebbero ricevere dosi di vitamina D almeno 2-3 volte superiori ai fabbisogni raccomandati per l'età.	
I metaboliti della vitamina D e i loro analoghi (calcifediolo, alfacalcidolo, calcitriolo e diidrotachisterolo) non sono raccomandati per la profilassi con vitamina D (eccetto casi selezionati).	

nel primo anno di vita tutti i bambini devono ricevere la profilassi indipendentemente dal tipo di allattamento, successivamente la profilassi dovrebbe essere riservata ai bambini con fattori di rischio di deficit (Tab. I). Come già discusso, durante il periodo inverno-primaverile si assiste a un'inevitabile diminuzione dei livelli circolan-

**TABELLA V.**

**Vantaggi e svantaggi delle possibili modalità di profilassi con vitamina D in età pediatrica.**

Profilassi giornaliera
<b>Vantaggi</b>
Maggiore disponibilità in letteratura di studi di provata efficacia
Unica modalità raccomandata nel primo anno di vita
Ottenimento di livelli circolanti di 25(OH)D stabili nel tempo, con conseguente promozione più efficace sia delle azioni scheletriche che extrascheletriche della vitamina D
Minor dose totale di vitamina D richiesta per ottenere livelli adeguati di 25(OH)D rispetto alla profilassi intermittente
Disponibilità di diverse formulazioni in commercio (gocce, caramelle gommose, capsule, compresse) con maggior possibilità di individualizzare la dose da somministrare
<b>Svantaggi</b>
Possibile scarsa aderenza sia da parte dei genitori (per quanto riguarda i bambini) che da parte degli adolescenti
Maggior tempo necessario per raggiungere livelli sufficienti di 25(OH)D
Profilassi intermittente
<b>Vantaggi</b>
Maggior aderenza rispetto alla profilassi giornaliera
Possibilità di schemi diversi (somministrazione settimanale, bisettimanale, mensile)
Correzione più rapida di una carenza di vitamina D
<b>Svantaggi</b>
Sconsigliata nei bambini di età inferiore a 5-6 anni
Sconsigliata la somministrazione di boli in dose unica superiori a 100.000 UI
Fluttuazione dei livelli circolanti di 25(OH)D
Possibilità di intossicazione accidentale in caso di errore di somministrazione
Necessità di somministrare una dose totale più alta rispetto alla profilassi giornaliera, causa attivazione di vie enzimatiche di detossificazione (ad es. 24-idrossilasi)

ti di 25(OH)D, in quanto la sintesi cutanea di vitamina D non è attiva (neppure in Italia) durante questo periodo dell'anno. Pertanto, in assenza di profilassi lo stato vitaminico D di un bambino in inverno dipende dalle scorte immagazzinate durante il periodo estivo. A questo proposito, non è semplice valutare anamnesti-

camente l'esposizione solare di bambini e adolescenti e, soprattutto, mancano chiare indicazioni su quale sia l'esposizione necessaria in estate per prevenire la carenza di vitamina D in inverno. Recentemente, le linee guida per la prevenzione della carenza di vitamina D in Polonia riportano quanto segue <sup>20</sup>:

- bambini di età compresa fra 4 e 10 anni non necessitano di profilassi se hanno esposto al sole le estremità (in pratica indossando maglietta e pantaloncini) per 15-30 minuti al giorno (tra le ore 10 e le 15) senza applicare filtri solari, nel periodo compreso fra maggio e settembre;
- gli adolescenti (11-18 anni) non necessitano di profilassi se hanno esposto al sole le estremità per 30-45 minuti al giorno (tra le ore 10 e le 15) senza applicare filtri solari, nel periodo compreso fra maggio e settembre.

Tali raccomandazioni appaiono piuttosto difficili da verificare nella pratica clinica e non possono essere direttamente applicate nel nostro Paese, in quanto l'Italia si trova a una latitudine inferiore rispetto alla Polonia (per cui da noi la sintesi cutanea di vitamina D è attiva per più tempo durante l'anno solare). In ogni modo, questa linea guida rappresenta un primo interessante tentativo di definire un'esposizione solare adeguata per garantire uno stato vitaminico D sufficiente durante tutto l'anno. L'obesità rappresenta un altro fattore di rischio di carenza di vitamina D molto diffuso in età pediatrica. Infatti, il bambino obeso presenta generalmente uno stile di vita non sano, caratterizzato da elevata sedentarietà, abbondante tempo passato davanti agli schermi, scarsa attività sportiva *outdoor* e, più in generale, ridotta esposizione alla luce solare, anche per difficoltà nella relazione sociale con i coetanei. Inoltre, l'eccesso di tessuto adiposo riduce la biodisponibilità della vitamina D (vitamina liposolubile) e altera la funzione di alcuni enzimi (ad es. la 25-idrossilasi epatica) coinvolti nelle tappe di attivazione della vitamina D <sup>21</sup>. Per garantire uno stato vitaminico D adeguato, il soggetto obeso necessita di apporti di vitamina D 2-3 volte superiori rispetto ai fabbisog-



gni giornalieri consigliati per l'età (400 UI/die nel primo anno di vita e 600 UI/die successivamente). Pertanto, si raccomanda di sottoporre tutti i bambini e gli adolescenti obesi a profilassi con vitamina D alla dose di 1.000-1.500 UI/die durante il periodo novembre-aprile, mentre soggetti obesi con ridotta esposizione solare durante l'estate e/o altri fattori di rischio di carenza di vitamina D possono essere sottoposti a profilassi continuativa durante tutto l'anno<sup>3</sup>. In ogni modo, si ricorda che è fondamentale cercare di correggere lo stile di vita del bambino obeso, promuovendo l'attività sportiva (possibilmente all'aria aperta) e un'adeguata esposizione alla luce solare.

## TAKE HOME MESSAGES

- Il deficit (anche grave) di vitamina D può rimanere inizialmente misconosciuto se non adeguatamente sospettato attraverso un'attenta valutazione dei fattori di rischio di carenza.
- Uno stato vitaminico D adeguato dovrebbe essere garantito durante tutta l'età dello sviluppo (inclusa l'epoca fetale) per ottimizzare i processi di acquisizione della massa ossea che culminano con il raggiungimento del picco di massa ossea.
- Il muscolo rappresenta un importante stimolo meccanico per lo sviluppo del tessuto osseo perché il carico e la tensione esercitati dalla massa muscolare sullo scheletro influenzano la forza e la resistenza dell'osso stesso. Allo stesso modo della vitamina D, anche l'esercizio fisico (specie se all'aperto) influenza positivamente la salute ossea e muscolare.
- Per quanto sia stato suggerito che lo stato vitaminico D possa rappresentare un indicatore della salute generale di un individuo, il dosaggio dei livelli di 25(OH)D come screening nella popolazione generale non è raccomandato.
- La profilassi con vitamina D deve essere individualizzata tenendo conto dell'età, dello stile di vita e dei fattori di rischio di carenza dei singoli bambini valutati. In ogni modo, quando possibile, la profilassi giornaliera dovrebbe essere preferita a quella intermittente.

## Bibliografia

- 1 Holick MF. The one-hundred-year anniversary of the discovery of the sunshine vitamin d3: historical, personal experience and evidence-based perspectives. *Nutrients* 2023;15:593.
- 2 Giustina A, Bouillon R, Binkley N, et al. Controversies in vitamin D: a statement from the Third International Conference. *JBMR Plus* 2020;4:e10417.
- 3 Saggese G, Vierucci F, Prodam F, et al. Vitamin D in pediatric age: consensus of the Italian Pediatric Society and the Italian Society of Preventive and Social Pediatrics, jointly with the Italian Federation of Pediatricians. *Ital J Pediatr* 2018;44:51.
- 4 Galeazzi T, Quattrini S, Pietraj D, et al. Vitamin D status in healthy Italian school-age children: a single-center cross-sectional study. *Ital J Pediatr* 2023;49:27.
- 5 Munns CF, Shaw N, Kiely M, et al. Global consensus recommendations on prevention and management of nutritional rickets. *J Clin Endocrinol Metab* 2016;101:394-415.
- 6 Vierucci F, Del Pistoia M, Randazzo E, et al. The spectrum of vitamin d deficiency: description of a family. *Exp Clin Endocrinol Diabetes* 2017;125:478-484.
- 7 Domenici R, Vierucci F. Exclusive breastfeeding and vitamin D supplementation: a positive synergistic effect on prevention of childhood infections? *Int J Environ Res Public Health* 2022;19:2973.
- 8 Weaver CM, Gordon CM, Janz KF, et al. The National Osteoporosis Foundation's position statement on peak bone mass development and lifestyle factors: a systematic review and implementation recommendations. *Osteoporos Int* 2016;27:1281-1386.
- 9 Golden NH, Abrams SA; Committee on Nutrition. Optimizing bone health in children and adolescents. *Pediatrics* 2014;134:e1229-e1243.
- 10 Wren TA, Kalkwarf HJ, Zemel BS, et al. Longitudinal tracking of dual-energy X-ray absorptiometry bone measures over 6 years in children and adolescents: persistence of low bone mass to maturity. *J Pediatr* 2014;164:1280-1285.
- 11 Stounbjerg NG, Thams L, Hansen M, et al. Effects of vitamin D and high dairy protein intake on bone mineralization and linear growth in 6- to 8-year-old children: the D-pro randomized trial. *Am J Clin Nutr* 2021;114:1971-1198.
- 12 Song K, Kwon A, Chae HW, et al. Vitamin D status is associated with bone mineral density in adolescents: findings from the Korea National Health and Nutrition Examination Survey. *Nutr Res* 2021;87:13-21.
- 13 Moon RJ, Green HD, D'Angelo S, Godfrey KM, et al. The effect of pregnancy vitamin D supplementation on offspring bone mineral density in childhood: a systematic review and meta-analysis. *Osteoporos Int* 2023;34:1269-1279.
- 14 Iolascon G, Moretti A, Paoletta M, et al. Muscle regeneration and function in sports: a focus on vitamin D. *Medicina (Kaunas)* 2021;57:1015.
- 15 Bărsan M, Chelaru VF, Răjnoveanu AG, et al. Difference in levels of vitamin D between indoor and outdoor athletes: a systematic review and meta-analysis. *Int J Mol Sci* 2023;24:7584.
- 16 Armento A, Heronemus M, Truong D, Swanson C. Bone health in young athletes: a narrative review of the recent literature. *Curr Osteoporos Rep* 2023;21:447-458.
- 17 Bergman P. Low vitamin D is a marker for poor health and increased risk for disease: But causality is still unclear in most cases. *J Intern Med* 2023;293:272-274.
- 18 Bouillon R, Manousaki D, Rosen C, et al. The health effects of vitamin D supplementation: evidence from human studies. *Nat Rev Endocrinol* 2022;18:96-110.
- 19 Bertoldo F, Cianferotti L, Di Monaco M, et al. Definition, assessment, and management of vitamin d inadequacy: suggestions, recommendations, and warnings from the Italian Society for Osteoporosis, Mineral Metabolism and Bone Diseases (SIOMMMS). *Nutrients* 2022;14:4148.
- 20 Płudowski P, Kos-Kudła B, Walczak M, et al. Guidelines for preventing and treating vitamin D deficiency: a 2023 update in Poland. *Nutrients* 2023;15:695.
- 21 Vierucci F, Vaccaro A. Obesità e carenza di vitamina D durante la pandemia di COVID-19. *Il Medico Pediatra* 2021;30:31-39.