

Fototerapia con raggi ultravioletti in dermatologia pediatrica

VITO DI LERNIA

Struttura Complessa di Dermatologia, Arcispedale Santa Maria Nuova, Azienda Ospedaliera di Reggio Emilia

La fototerapia, un intervento di sicura efficacia, ma originariamente gravato da un indice di sicurezza piuttosto basso, ha visto migliorare, negli ultimi tempi, sia l'efficacia dimostrata che la sicurezza, specialmente con l'utilizzo e la diffusione degli UVB a banda stretta, anche per indicazioni pediatriche (vitiligine, dermatite atopica, psoriasi).

La radiazione ultravioletta (UV) è una forma di energia solare che, pur costituendo solo il 5% della radiazione solare terrestre, ne rappresenta la componente più attiva con la sostanza vivente.

Sulla base della lunghezza d'onda i raggi ultravioletti sono arbitrariamente suddivisi in tre categorie: UVA, UVB e UVC (Tabella I). Gli UVA sono responsabili nel breve termine dell'abbronzatura che induce una falsa sensazione di sicurezza in quanto la protezione fornita è bassa nei confronti degli UVA e nulla nei confronti degli UVB; nel lungo termine determinano fotoinvecchiamento cutaneo. Gli UVB hanno un effetto immediato prevalentemente eritemigeno; pur rappresentando una minima parte dello spettro di radiazioni emesse dal sole, sono responsabili di gran parte degli effetti biologici negativi di esso tra cui ustioni, congiuntivite e fotocheratite¹. Gli UVC sono i raggi ultravioletti più pericolosi, ma fortunatamente, essendo bloccati dallo strato di ozono, non raggiungono la terra. Sono emessi anche da sorgenti artificiali e possono essere particolarmente dannosi per gli occhi. L'assorbimento dei raggi UV è funzione della lunghezza d'onda, per cui a una maggiore lunghezza d'onda corrisponde una maggiore penetrazione: i raggi UVA pene-

PHOTOTHERAPY WITH ULTRAVIOLET RAYS IN PAEDIATRIC DERMATOLOGY

(Medico e Bambino 2007;26:237-241)

Key words

Dermatosis, Photo-sensibilizers, Atopic dermatitis, Vitiligo

Summary

Phototherapy consists in using artificial ultraviolet rays to treat chronic or chronic-recidivant dermatosis. It can be performed by adding exogenous photo-sensibilizers (PUVA and bath-PUVA) or without adding them (UBV). The latter possibility, in particular phototherapy with narrow band UVB rays, thanks to a favourable benefits/risks ratio, can be carried out with the due cautions also in paediatric age. In particular it may represent a useful therapeutic choice in psoriasis, atopic dermatitis and in vitiligo. In psoriasis the treatment can be performed in case of a diffused area, when the usage of topicals becomes problematic. In atopic dermatitis, especially in sub-acute and chronic cases, phototherapy with UVB, besides reducing itching, can have beneficial effects on the barrier function of cutis. At present it represents the first class treatment though it requires prolonged treatment cycles in generalised vitiligo. Although at the moment an increase in carcinogenic risks in the patients treated with UVB has not been demonstrated, like in all medical treatments, the usage of phototherapy requires, considering the habitually prolonged treatment and the chronicity of the treated pathologies, a careful evaluation of the risks/benefits ratio.

trano nel derma, mentre i raggi UVB si arrestano nell'epidermide.

CENNI STORICI

L'invenzione della fototerapia risale ai primi del novecento: nel 1903 gli Accademici di Svezia assegnarono il Premio Nobel per la Medicina al danese Nyels Ryberg Finsen "in riconoscimento dei contributi resi alla cura del lupus vulgaris attraverso radiazioni lu-

minose concentrate" anche se le prime presentazioni congressuali sulla metodica furono sicuramente dell'italiano Antonino Sciascia. Nel 1925 Goeckermann introdusse la fototerapia per il trattamento della psoriasi a base di coal tar topico e successiva irradiazione ultravioletta con UVB emessi da una lampada a vapori di mercurio, che rappresentò una terapia standard per la psoriasi per circa mezzo secolo. Nel 1974 Parrish, Fitzpatrick e coll pubblicarono sul *New England Journal of Me-*

Problemi non correnti

CATEGORIE DI RAGGI ULTRAVIOLETTI E RELATIVE CARATTERISTICHE

Tipo	Lunghezza d'onda (nm)	Penetrazione cutanea	UV terrestre (%)	Attraversamento ozono
UVA	315-400	Epidermide, derma	95	Sì
UVB	280-315	Epidermide	5	Parziale
UVC	100-280	-	0	No

Tabella I

dicine un articolo in cui dimostravano l'efficacia dei raggi UVA associati all'assunzione di psoraleni nel trattamento della psoriasi per la quale conivano il fortunato acronimo PUVA². Tale trattamento si diffuse rapidamente in tutto il mondo assumendo un ruolo cardine nel trattamento della psoriasi, condizione nella quale all'epoca mancavano trattamenti sistemici efficaci e sicuri. Esperienze successive indagarono con successo lo stesso trattamento anche in altre malattie comuni della pelle quali dermatite atopica, vitiligine e nei linfomi T della cute.

Negli ultimi dieci anni il ricorso alla fototerapia PUVA, che comporta rischi di tossicità oculare e carcinogenesi, è stato in gran parte ridimensionato a favore della fototerapia UVB attuata senza aggiunta di fotosensibilizzanti esogeni, e in particolare di quella a banda stretta che sembra presentare un rapporto rischio/efficacia più favorevole.

MODALITÀ DI TRATTAMENTO

La fototerapia può essere attuata con diverse metodiche: UVA + psoraleni per os (PUVA), UVA + Psoraleni topici (bath-PUVA), UVA-1 o UVA lunghi, UVB e UVB banda stretta (Tabella II).

PUVA terapia

Si basa sulla interazione tra raggi UVA e un fotosensibilizzante chimico (psoralene) derivato dalle furocumarine, sostanze presenti allo stato naturale in diverse piante.

L'interazione è indispensabile perché alle dosi utilizzate né la radiazione UVA da sola né il fotosensibilizzante possiedono effetti biologici.

Normalmente la terapia viene effettuata con l'assunzione orale del fotosensibilizzante (8-MOP o 5-MOP) circa 2 ore prima dell'esposizione ai raggi UVA, che avviene

in cabine equipaggiate di grossi tubi fluorescenti. La dose iniziale di UV erogata è pari al 75% della dose minima fototossica; abitualmente vengono somministrate dosi crescenti con le successive esposizioni. È importante calcolare la dose totale erogata e tenerne nota ai fini di non superare il limite di sicurezza della dose cumulativa di 1500 joule/cm².

Il meccanismo d'azione della PUVA terapia non è mai stato completamente chiarito: si ritiene che si verifichi inizialmente una reazione fotochimica, il cui sito è il DNA cellulare, con inibizione delle mitosi, cui segue una reazione fotochimica, i cui siti sono le membrane di cheratinociti, cellule dermiche ed endoteliali, con formazione di ossigeno singoletto e radicali liberi. Il meccanismo d'azione terapeutica si basa prevalentemente su un effetto antimittotico sulle cellule in proliferazione, quali cheratinociti, linfociti, granulociti neutrofili, e su un effetto immunopressivo complesso che coinvolge i linfociti circolanti e loro attività funzionale, i fattori leucotattici epidermici, le cellule di Langerhans.

L'assorbimento individuale degli psoraleni è molto variabile. La fotosensibilizzazione prolungata comporta la necessità di evitare esposizioni alla luce solare durante la cura e di indossare occhiali da sole nel corso della giornata in cui viene effettuata la seduta. La tossicità a lungo termine sul cristallino richiede il controllo oculare semestrale durante la cura. Altri possibili eventi avversi sono sintetizzati in Tabella II. La PUVA terapia non è approvata dalla FDA ed è nettamente vietata dall'*American Academy of Pediatrics* nei bambini di età inferiore ai 12 anni. Il suo utilizzo viene ritenuto giustificato solo in soggetti in età preadolescenziale affetti da dermatite atopica gravemente disabilitante che non risponde ad altre terapie³ (una condizione peraltro quanto meno eccezionale).

Bath-PUVA o Balneo-PUVA terapia

Consiste nell'interazione della radiazione UVA con un fotosensibilizzante chimico topico disperso in acqua. Il razionale con-

siste nello sfruttare la via topica per aumentare la sicurezza del trattamento mantenendone nel contempo l'efficacia.

Il paziente effettua un bagno di 20 minuti in una soluzione acquosa di fotosensibilizzante (8-MOP) prima della esposizione agli UVA a dosi crescenti.

I vantaggi consistono nell'assenza di disturbi gastrointestinali piuttosto comuni con la terapia orale, una riduzione della tossicità sul cristallino (ma non una scomparsa in quanto gli psoraleni topici vengono parzialmente assorbiti), una fotosensibilizzazione di minor durata, l'impiego di dosi di raggi UV più basse e quindi una riduzione del rischio carcinogenetico. È una terapia praticabile con cautela nei bambini per la mancanza di conoscenze sugli effetti a lungo termine.

UVA-1

Utilizza esclusivamente UVA con lunghezza d'onda 340-400 nm ad alte dosi senza assunzione di psoraleni. Risulterebbe particolarmente efficace nella dermatite atopica in fase infiammatoria⁴ e sortirebbe buoni risultati anche nella morfea o sclerodermia localizzata. È tuttavia ancora poco utilizzata a causa delle indicazioni limitate, dell'ingombro e dei costi della cabina. Praticabile in età pediatrica, non esistono studi a lungo termine sulla sicurezza.

UVB a banda stretta

Consiste nell'utilizzo di raggi UVB con lunghezza d'onda di 311 nm senza assunzione o applicazione di psoraleni. La lunghezza d'onda selettiva dei 311 nm appare più efficace e meno eritemigena rispetto alla banda larga degli UVB che oggi viene meno utilizzata. È praticabile con le dovute cautele, in età pediatrica.

Il meccanismo d'azione, non completamente noto, è legato alla immunosoppressione: l'esposizione della cute alle radiazioni ultraviolette determina una profonda soppressione delle cellule di Langerhans, ma anche una induzione di linfociti T di tipo suppressor. Può anche verificarsi il rilascio, da parte dei cheratinociti, di mediatori ad azione immunosoppressiva, il maggiore dei quali sembra essere la IL-10, in grado a sua volta di eliminare o ridurre la capacità delle cellule di Langerhans di presentare gli antigeni.

INDICAZIONI

Psoriasi

L'armamentario terapeutico farmacologico nella psoriasi dell'età pedia-

Fototerapia con raggi ultravioletti in dermatologia pediatrica

MODALITÀ DI FOTOTERAPIA				
Tipo	Assunzione fotosensibilizzanti	Utilizzo in età pediatrica	Indicazioni	Eventi avversi/Rischi
PUVA terapia (Fotochemioterapia PUVA)	Per os 2 ore prima	≥ 12 anni	Psoriasi Dermatite atopica Vitiligine Micosi fungoide	<i>Immediati:</i> fotosensibilizzazione prolungata, disturbi gastrointestinali <i>Cumulativi:</i> depositi sul cristallino, epatossicità, carcinogenesi cutanea, fotoinvecchiamento
Bath-PUVA (Fotobalneoterapia PUVA)	Applicazione topica (bagno)	Possibile	Psoriasi Dermatite atopica Vitiligine	Simili alla PUVA ma di entità ridotta. Non effetti gastrointestinali
UVA	No	Possibile	Psoriasi Dermatite atopica	
UVA-1 (320-400 nm)	No	Possibile	Dermatite atopica (fase acuta) Sclerodermia localizzata	Rischio carcinogenetico tuttora non precisabile
UVB	No	Possibile	Psoriasi Dermatite atopica Vitiligine	Rischio carcinogenetico non aumentato
UVB a banda stretta (narrow-band UVB)	No	Possibile	Psoriasi Dermatite atopica Vitiligine	Rischio carcinogenetico non aumentato

Tabella II

trica è a tutt'oggi molto limitato ed in grado di fronteggiare solo le forme lievi della malattia. Nelle forme moderate e severe la terapia sistemica non differisce da quella dell'età adulta e si basa sull'utilizzo di retinoidi e immunosoppressori. In questo ambito può trovare un'adeguata collocazione la fototerapia.

La PUVA terapia, non praticabile nel bambino di età inferiore ai 12 anni, è una terapia sistemica che oggi ha un utilizzo più limitato rispetto al passato anche nel soggetto adulto e nell'adolescenza in cui viene utilizzata con maggiore frequenza la fototerapia UVB a banda stretta, considerata una terapia topica con più elevati margini di sicurezza⁵.

Gli schemi di cura prevedono in media 3 trattamenti/settimana, partendo da una dose iniziale pari al 70% della dose minima eritemigena (MED). Nelle sedute successive, se non c'è eritema, si effettua un incremento del 10% della dose precedente. La durata della singola seduta è molto breve e il trattamento viene continuato fino a remissione.

I cicli abituali di cura prevedono inizialmente 6-8 settimane di trattamen-

to; successivamente la terapia di mantenimento può essere proseguita anche con una o due sedute settimanali. Questa modalità effettivamente è in grado di allungare gli intervalli liberi da malattia, sebbene il trattamento della psoriasi in età pediatrica debba essere praticato con la consapevolezza che si tratta di una condizione che dura tutta la vita con marcata variabilità.

I risultati sono influenzati dal tipo di psoriasi in quanto la forma guttata e la seborroica rispondono meglio della forma a placche⁶ e dalla sede in quanto gomiti, ginocchi e superfici estensorie delle gambe sono aree piuttosto resistenti, mentre unghie e cuoio capelluto sono aree classicamente "non responder".

Dermatite atopica

La fototerapia con UV, attraverso una terapia combinata UVA/UVB, o con altre metodiche quali UVB a banda stretta, UVA1, PUVA è un trattamento ben consolidato nel trattamento della dermatite atopica, sebbene le recidive dopo sospensione della terapia siano comuni.

La fototerapia deve essere presa in considerazione nei soggetti affetti da

dermatite atopica moderata o severa che non rispondono alla terapia tradizionale corticosteroidica topica e, in seconda istanza, neanche alla terapia topica con inibitori della calcineurina.

L'efficacia è limitata dall'eritema e dall'infiammazione. Mentre le forme estese in fase acuta o attiva rispondono meglio agli UVA1 o alla PUVA^{4,6,7}, le forme subacute e croniche mostrano miglioramento, specie in termini di prurito, con gli UVB a banda stretta (Figura 1).

In generale si ritiene che dosi suberitemigene, da incrementare gradualmente, siano in grado di prevenire esacerbazioni della dermatite. Una ottimale relazione tra effetti eritemigeni ed antiinfiammatori sembra realizzarsi con la fototerapia UVB a banda stretta⁸. La dermatite atopica è spesso controllata dopo circa 6 settimane di trattamento che può essere ridotto successivamente a 1-2 sedute/settimana. La terapia, maggiormente adatta per adolescenti ed adulti, può essere intrapresa anche più precocemente nei casi resistenti.

Per quanto riguarda il meccanismo d'azione, nella dermatite atopica i raggi UVB sono in grado di correggere alcu-

Problemi non correnti



Figura 1. Dermite atopica in fase cronica lichenificata: la risposta alla fototerapia UVB è spesso buona.

ni squilibri dell'epidermide attraverso l'ispessimento del tessuto corneo con conseguente aumento della resistenza agli irritanti primari e l'incremento di tutti i lipidi dello strato corneo quali ceramidi, steroli liberi, acidi grassi liberi, trigliceridi, squalene, alcani con conseguente miglioramento della proprietà di barriera cutanea⁸. Pertanto alla nota azione immunosoppressiva si associa un' altrettanto importante attività di ripristino delle proprietà anatomico-fisiologiche della cute.

Vitiligine

Nella vitiligine la fototerapia, attuabile tramite PUVA, bath-PUVA o UVB può sortire risultati positivi. Si ritiene infatti che il 50% dei pazienti trattati possa ottenere risultati buoni andando incontro a una ripigmentazione pari al 75%⁹⁻¹¹. Secondo una metanalisi¹² che ha messo a confronto diversi tipi di trattamento, la fototerapia PUVA e la fototerapia UVB a banda stretta, mostrando rispettivamente un tasso di successo del 52% e del 63%, rappresentano le terapie di prima scelta nella vitiligine generalizzata. Mentre la PUVA non è raccomandata nei bambini per lo svantaggioso profilo rischi/benefici, la fototerapia con UVB a banda stretta è considerata una terapia efficace e sicura per la vitiligine dell'età pediatrica e può accompagnarsi ad un significativo miglioramento della qualità della vita¹².

I corticosteroidi topici di classe III invece sono considerati la terapia di prima scelta nella forma localizzata con interessamento < 10% della superficie corporea¹¹.

La risposta positiva alla fototerapia UVB a banda stretta non mostra significativa correlazione con il fototipo, la storia familiare, l'estensione della malattia. È stata proposta una durata del trattamento di 12 mesi con sospensione dopo 6 mesi in assenza di risposta. In generale il conseguimento dei risultati non è prevedibile e richiede trattamenti prolungati (100-200 sedute di fototerapia) e una adeguata motivazione dei pazienti.

Le forme di insorgenza recente rispondono meglio rispetto alle forme inveterate. Aree refrattarie risultano le falangi, i capezzoli, i genitali, le mani e i piedi, le aree sprovviste di peli (come è noto i follicoli piliferi costituiscono un reservoir di melanociti). Risposte migliori si osservano al volto e al collo; il tronco e la porzione prossimale degli arti mostrano una risposta intermedia¹⁰ (Figura 2 a-b). Il meccanismo d'azione si realizzerebbe attraverso la stabilizzazione del processo di depigmentazione e la stimolazione dei melanociti residui presenti a livello follicolare attraverso una sovraregolazione della melanogenesi e della migrazione melanocitaria.

SICUREZZA

Gli effetti collaterali della fototerapia possono essere dovuti a fotoesposizione acuta e cronica e ricalcano quelli potenzialmente inducibili dalla radiazione ultravioletta naturale. Il danno acuto, che si manifesta con ustione di primo o secondo grado, è dovuto a eccessiva esposizione. È ra-

ro in quanto la dose eritematogena minima, che è espressione del fototipo, cioè della sensibilità individuale alla radiazione ultravioletta, viene testata prima di iniziare la terapia. Il danno cronico consiste nel fotoinvecchiamento e nella comparsa di precancerosi e cancro cutaneo.

Esiste poi il grosso capitolo delle fotodermatiti dirette (eruzione polimorfa alla luce, orticaria solare), delle reazioni cutanee fotomediate (es. fotodermatiti da contatto o da farmaci assunti per via sistemica) e delle dermatosi esacerbate da esposizione a raggi UV (es. lupus eritematoso discoide cronico e sistemico).

La radiazione UVA e UVB solare è, come è noto, fattore di rischio per lo sviluppo di cancro cutaneo¹³. Fino al 90% delle forme di cancro cutaneo non melanoma e ai 2/3 dei melanomi possono essere - secondo alcuni autori - attribuiti ad eccessiva esposizione al sole. Intensamente assorbiti dal DNA, i raggi UV inducono la formazione di dimeri di ciclopirimidina e di mutazioni del p53, la proteina di soppressione tumorale. I dimeri non riparati interferiscono con i geni che regolano la funzione cellulare (con conseguente incapacità al controllo della crescita cellulare), sopprimono la risposta immunitaria, reagiscono con un fotosensibilizzante endogeno, la melanina, dando origine alle specie reattive dell'ossigeno e a successive rotture nel DNA¹⁴. Le ustioni solari in età giovanile rappresentano un fattore di rischio identificato per lo sviluppo di melanoma e suoi precursori (nevi melanocitici atipici)¹⁵.

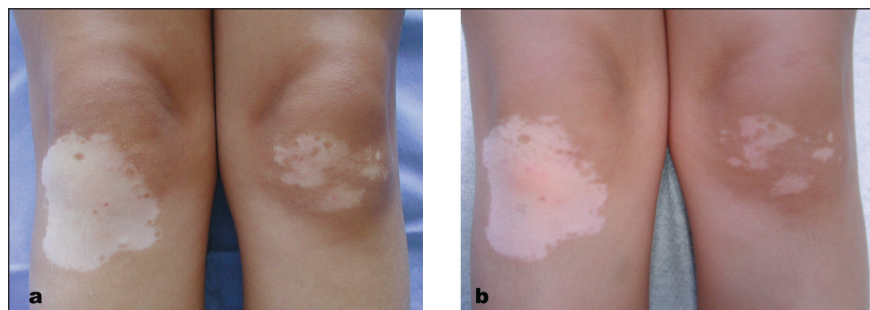


Figura 2. Vitiligine dei ginocchi prima (a) e dopo 2 settimane (b) di fototerapia UVB a banda stretta. Risposta parziale al ginocchio sinistro con iniziale ripigmentazione; immutata la chiazza acromica del ginocchio destro.

La fotoesposizione cronica costituisce a sua volta un fattore di rischio per lo sviluppo di cheratosi attiniche e carcinoma squamocellulare. È stato calcolato che 200 sedute di PUVA aumentano 200 volte il rischio di sviluppare un carcinoma squamocellulare¹⁶, relazione che non appare invece dimostrata per quanto riguarda il carcinoma basocellulare. Al riguardo c'è peraltro discordanza tra studi statunitensi, che mostrano un rischio più elevato, ed europei, in parte spiegabile dalle diverse dosi cumulative di raggi UV artificiali somministrate ai pazienti, abitualmente più elevate negli USA.

Il rischio di cancro cutaneo in relazione alla fototerapia UVB è ancora sotto dibattito. Una recente revisione della letteratura¹⁷ su 3400 soggetti trattati con fototerapia UVB ha concluso per assenza di incremento del rischio di cancro cutaneo nei soggetti trattati rispetto ad una popolazione di controllo non esposta al trattamento. Quello che emerge dalla disamina della letteratura è un'apparente discrepanza tra la dimostrata azione carcinogenetica dei raggi UV solari e la mancanza di evidenze riguardo l'aumento del rischio carcinogenetico in soggetti trattati con fototerapia UVB.

Per quanto la fototerapia UVB a banda stretta venga considerata una terapia sicura e praticabile con le dovute cautele anche in età pediatrica, è bene comunque che essa sia sempre effettuata sotto controllo medico. La disponibilità di dispositivi a basso costo, compresa quella di cabine o pannelli per uso domiciliare, la diffusione degli stessi anche in centri estetici o centri medici privi di specialisti dermatologi e la possibilità dell'utilizzo anche in assenza di personale medico, possono aprire la strada ad un uso indiscriminato e senza controlli di una terapia propagandata erroneamente come "naturale" con conseguenti rischi importanti sul lungo termine in considerazione delle complesse interazioni tra raggi ultravioletti e cute anche dopo sospensione dell'esposizione. Tali osservazioni possono essere estese anche ai raggi UVA artificiali effettuati per lo più a scopo edonistico per favorire l'abbronzatura, per i quali, sebbene finora non ri-

sultino evidenze dirette a favore della cancerogenicità^{1,18}, non si può sottovalutare il potenziale rischio per la salute.

CONCLUSIONI

I dermatologi si confrontano quotidianamente con gli effetti negativi a lungo termine delle RUV sulla cute e talora in modo apparentemente contraddittorio. Da un lato essi hanno la responsabilità di mettere in allerta i propri pazienti e la società contro gli effetti deleteri dell'esposizione acuta, intermittente o cronica al sole, dall'altro essi stessi ricorrono sovente all'utilizzo di RUV artificiali per il trattamento di dermatosi comuni a carattere cronico o cronico-ricidivante.

Come in tutti gli interventi medici è necessario pesare i rischi contro i benefici quando si decida di utilizzare le RUV per propositi terapeutici, considerando fattori del paziente (fototipo), della patologia (cronica o caratterizzata da fasi di esacerbazione e remissione) e prediligendo trattamenti intermittenti.

Indirizzo per corrispondenza:

Vito Di Lernia

e-mail: vito.dilernia@asmn.re.it

Bibliografia

1. Abdulla FR, Feldman SR, Williford PM, Krowchuk D, Kaur M. Tanning and skin cancer. *Pediatr Dermatol* 2005;22:501-12.
2. Parrish JA, Fitzpatrick TB, Tanenbaum L, Pathak MA. Photochemotherapy of psoriasis with oral methoxsalen and longwave ultraviolet light. *N Engl J Med* 1974;291:1207-11.
3. Rudikoff D, Lebow M. Atopic dermatitis. *Lancet* 1998;351:1715-21.
4. Krutmann J, Czech W, Diepgen T, et al. High-dose UVA1 therapy in the treatment of patients with atopic dermatitis. *J Am Acad Dermatol* 1992;26:225-30.
5. Larko O. Treatment of psoriasis with a new UVB lamp. *Acta Derm Venereol* 1989;69:357-9.
6. Pasic A, Ceovic R, Lipozencic J, et al. Phototherapy in pediatric patients. *Pediatr Dermatol* 2003;20:71-7.
7. Tay YK, Morelli JG, Weston WL. Experience with UVB phototherapy in children. *Pediatr Dermatol* 1996;13:406-9.
8. Darsow U, Lubbe J, Taieb A, et al. Position paper on diagnosis and treatment of atopic dermatitis. *JEADV* 2005;19:296-95.

MESSAGGI CHIAVE

- La fototerapia, associata all'assunzione di psoraleni (PUVA), è stata il cardine del trattamento della psoriasi dagli anni '70 a oggi. La PUVA ha tuttavia ristrette indicazioni per i bambini, ed effetti indesiderati non trascurabili (fotoinvecchiamento della cute, stati precancerosi, fotodermatiti dirette, dermatosi esacerbate).
- In pediatria la forma di fototerapia più largamente utilizzata, più economica e più sicura, è invece la terapia UVB a banda stretta (lunghezza d'onda 311 nm).
- La fototerapia agisce specialmente producendo una immunosoppressione sui linfociti dermici e sulle cellule di Langerhans, ma anche (è il caso della dermatite atopica) aumentando i lipidi della cute e irrobustendo lo strato corneo.
- La fototerapia è efficace, oltre che sulla psoriasi (che peraltro è una malattia destinata a durare tutta la vita), sulla vitiligine (50% di successi) e sulla dermatite atopica "resistente".

9. Brazzelli V, Prestinari F, Castello M, et al. Useful treatment of vitiligo in 10 children with UV-B narrowband (311 nm). *Pediatr Dermatol* 2005;22:257-61.

10. Kanwar AJ, Dogra S. Narrow-band UVB for the treatment of generalized vitiligo in children. *Clin Exp Dermatol* 2005;30:332-6.

11. Njoo MD, Bos JD, Westerhof W. Treatment of generalized vitiligo in children with narrowband (TL-01) UVB radiation therapy. *J Am Acad Dermatol* 2000;42:245-53.

12. Njoo MD, Spuls PI, Bos JD, et al. Non-surgical repigmentation therapies in vitiligo. *Arch Dermatol* 1998;34:1532-40.

13. Fry A, Verne J. Preventing skin cancer. *BMJ* 2003;326:114-5.

14. Matsumura Y, Ananthaswamy HN. Molecular mechanism of photocarcinogenesis. *Front Biosci* 2002;7:765-83.

15. Naldi L, Imberti GL, Parazzini F, et al. Pigmentary traits, modality of sun reaction, history of sunburns, and melanocytic nevi as risk factors for cutaneous malignant melanoma in the Italian population. *Cancer* 2000;88:2703-10.

16. Forman AB. Long-term follow-up of skin cancer in the PUVA 48 cooperative study. *Arch Dermatol* 1989;125:152-6.

17. Lee E, Koo J, Berger T. UVB phototherapy and skin cancer risk: a review of the literature. *Int J Dermatol* 2005;44:355-60.

18. Young AR. Tanning devices - Fast Track to skin cancer? *Pigment Cell Res* 2004;17:2-9.