

# L'IMPIEGO DELL'INTELLIGENZA ARTIFICIALE NELLA DIAGNOSI DEL MELANOMA CUTANEO: UNA REVISIONE NARRATIVA

Ylenia Micca, Matteo Calegari, Helmut Beltraminelli

Ricevuto: 23.09.2025,  
revisionato: 21.10.2025,  
accettato: 21.10.2025

© The Author(s) 2025

**Open Access** This article is licensed under a Creative Commons Attribution–NonCommercial–NoDerivatives License.

ISSN print: 1421-1009  
ISSN online: 3042-6138

DOI: 10.63648/0dcr8h73

## Introduzione

Negli ultimi anni l'intelligenza artificiale (IA) ha assunto un ruolo crescente in medicina e in particolare in dermatologia, dove l'analisi delle immagini cutanee si presta all'automazione. Il melanoma, tumore cutaneo ad alta aggressività, rappresenta tuttora una sfida diagnostica: la diagnosi precoce è fondamentale per migliorare la prognosi e contenere i costi sanitari.

Algoritmi di deep learning hanno mostrato prestazioni paragonabili a quelle dei dermatologi esperti, ma restano limiti legati a bias dei dataset, scarsa validazione clinica e questioni etiche e regolatorie. Parallelamente, applicazioni mobili basate su IA si stanno diffondendo senza adeguata certificazione, sollevando dubbi di sicurezza e affidabilità.

Scopo di questa review è offrire una

sintesi critica e aggiornata delle evidenze disponibili, analizzando le potenzialità e i limiti dell'IA nella diagnosi del melanoma, con particolare attenzione agli aspetti tecnici, clinici e psicosociali, al fine di delineare prospettive realistiche di utilizzo.

## Metodi

Si tratta di una revisione narrativa della letteratura, condotta secondo un approccio strutturato ma non sistematico, finalizzato a fornire una panoramica critica e aggiornata dell'evidenza disponibile. L'analisi è stata condotta attraverso una ricerca mirata nella letteratura internazionale, principalmente nei database PubMed, Scopus, Web of Science e Google Scholar, IEEE Xplore, Embase. Sono stati inclusi articoli pubblicati tra il 2020 e il 2024, peer-reviewed, in lingua inglese o italiana, che soddisfacessero almeno uno dei seguenti criteri:

1. Studi clinici prospettici sull'impiego dell'IA nella diagnosi di melanoma;
2. Confronti diretti tra l'IA e professionisti umani (dermatologi o dermatopatologi);
3. Studi su modelli di Augmented Intelligence (IA integrata nel processo decisionale clinico);
4. Revisioni sistematiche contenenti dati quantitativi rilevanti (sensibilità, specificità, accuratezza);
5. Indagini sull'accettazione e percezione dell'IA da parte di pazienti e medici;
6. Studi qualitativi sul rapporto uomo-macchina in ambito clinico;
7. Ricerche sull'impiego dell'IA in dermatopatologia (es. analisi automatizzata di immagini istologiche);
8. Valutazioni di app e servizi digitali per lo screening delle lesioni cutanee basate su IA.

Per ogni contributo sono stati analizzati: obiettivi dichiarati, metodologia, architettura algoritmica, dataset uti-

lizzati, risultati quantitativi (sensibilità, specificità, accuratezza), grado di validazione clinica e implicazioni per la pratica clinica. I risultati sono stati successivamente organizzati per categorie tematiche (applicazioni cliniche, laboratoristiche, supporto decisionale, percezione e accettabilità, regolamentazione). L'approccio metodologico è stato orientato non solo alla sintesi, ma anche al confronto critico tra i diversi modelli di studio e i risultati emergenti, al fine di delineare le potenzialità reali e i limiti attuali delle tecnologie IA in dermatologia.

## Risultati

### Prestazioni diagnostiche dei modelli IA

Numerosi studi hanno valutato le prestazioni degli algoritmi di deep learning, in particolare delle reti neurali convoluzionali (CNN), nella diagnosi di melanoma su immagini cliniche e dermoscopiche. Lo studio "The state of Artificial Intelligence in Skin Cancer Publications" ha analizzato 168 studi sull'IA applicata alla diagnosi dei tumori cutanei, evidenziando che il 67.7% degli algoritmi utilizzava architetture basate su deep neural networks e che la maggior parte impiegava immagini standard da dermoscopia (45.2%) e cliniche (23.2%) [1].

Uno degli studi più significativi, condotto presso l'Università di Basilea su 289 lesioni (124 pazienti), ha confrontato direttamente tre modalità di screening: dermatologo, IA e Augmented Intelligence (Aul) [2; §]. I risultati mostrano come l'Aul (integrazione tra CNN e giudizio clinico) abbia raggiunto la sensibilità diagnostica più elevata (86.1%, IC 95%: 80.5-90.4%) e una specificità dell'80.7% (IC95%: 76.2-84.9%), superiori sia alla sola IA (sensibilità 78.8%, specificità 75.9%) che al dermatologo da solo (sensibilità 63.4%, specificità 73.6%). Questo suggerisce che i sistemi ibridi possono rappresentare

una soluzione ottimale per bilanciare accuratezza algoritmica e giudizio clinico.

Un altro studio statunitense, che ha coinvolto 36 dermatologi certificati e 50 casi clinici (25 maligni e 25 benigni), ha riportato che l'utilizzo del supporto IA aumentava la sensibilità di gestione dal 70.0% (immagini cliniche) al 91.1% (IA + DDI) e la specificità diagnostica dal 73.6% all'80.7% [3]. Questo incremento è stato osservato indipendentemente dall'esperienza pregressa dei medici in dermoscopia, confermando la potenzialità dell'IA come strumento di supporto anche per professionisti non specialisti.

Inoltre lo studio Neimy et al. [4] mostra come in ambito dermatopatologico gli algoritmi CNN applicati a immagini istopatologiche digitalizzate hanno mostrato livelli di accuratezza elevati (oltre l'80%) nel riconoscimento di melanomi invasivi e lesioni displastiche. Tuttavia, la performance tende a calare in presenza di immagini con artefatti o bassa qualità, sottolineando l'importanza della standardizzazione nella digitalizzazione dei vetrini.

### Comparazione tra Intelligenza Artificiale e specialisti clinici

Diversi studi, come evidenziato in

Tabella (1), hanno confrontato direttamente le prestazioni diagnostiche degli algoritmi di intelligenza artificiale con quelle dei dermatologi [17,18,19,20]. In generale, le CNN hanno dimostrato sensibilità e specificità comparabili o superiori agli esperti, soprattutto in contesti controllati. Studi come MELVEC [2] e quello di Witkowski et al. (USA) [3] hanno evidenziato il beneficio dell'IA, in particolare per i medici meno esperti, confermando anche un ruolo formativo. Una revisione sistematica del 2023 [10] ha stimato valori medi di sensibilità all'87% (IC95% 81.7–90.9) e specificità all'77.1% (IC95% 69.8–83.0), superiori in diversi casi a quelli umani. Nel complesso, l'IA appare un valido strumento di supporto, utile come secondo lettore o nei contesti di screening a risorse limitate, senza sostituire il giudizio clinico. Oltre a questi trial di confronto diretto, altri studi inclusi nella nostra analisi (Strzelecki, Haggemüller, Wongvibulsin, Goessinger, Chevrier) hanno riportato performance diagnostiche dei modelli IA con valori medi di accuratezza compresi tra l'80% e l'89%, in linea con i risultati dei dermatologi esperti [1,2, 6, 7, 5]. Tuttavia, tali lavori spesso si basavano su dataset limitati, non sempre validati esternamente, o non prevedevano

un confronto esplicito con clinici reali. Nel complesso, le evidenze disponibili confermano che l'IA è in grado di raggiungere o superare i livelli diagnostici degli specialisti, pur con la necessità di validazioni ulteriori in contesti clinici reali e multicentrici.

### Fiducia, accettabilità e percezione dell'intelligenza artificiale

La fiducia di pazienti e medici è un elemento cruciale per l'adozione clinica dell'IA. Nello studio già citato MELVEC [2], i pazienti sottoposti a screening multiplo hanno attribuito un punteggio di sicurezza soggettiva (SSS) medio pari a 9.5/10 per l'augmented intelligence (Aul), contro 9.1/10 per la sola valutazione clinica e 7.7/10 per l'IA non supervisionata. Inoltre, l'83.4% ha dichiarato una preferenza esplicita per il modello combinato Aul, confermando la maggiore accettabilità delle soluzioni ibride.

Dal lato medico, lo stesso studio ha evidenziato che, pur riconoscendo l'utilità dell'IA, solo l'1.5% dei dermatologi ha accettato la classificazione benigna proposta dall'algoritmo nei casi discordanti, a dimostrazione della persistente priorità attribuita al giudizio clinico umano.

Anche l'esperienza influenza la percezione: i dermatologi con meno di 2

Studio (anno)	Tipo di confronto	Sensibilità IA	Specificità IA	Sensibilità dermatologi	Specificità dermatologi
Esteva et al. (2017)	CNN vs 21 dermatologi	72.1%	91.0%	65.6%	86.6%
Haenssle et al. (2018)	CNN vs 58 dermatologi	95.0%	76.0%	86.6%	71.3%
Tschandl et al. (2019)	CNN vs 511 dermatologi	86.0%	82.5%	82.0%	75.0%
Brinker et al. (2020)	CNN vs 157 dermatologi	95.5%	80.0%	88.9%	76.0%

**Tabella 1:** Confronto tra le prestazioni diagnostiche degli algoritmi di intelligenza artificiale e quelle dei dermatologi.

anni di pratica in dermoscopia hanno riportato un incremento di accuratezza nel 61.8% dei casi grazie all'IA, rispetto al 20.9% di quelli con oltre 5 anni [3]. L'IA appare quindi non solo come supporto diagnostico, ma anche come potenziale strumento formativo per i meno esperti [15].

### Applicazioni mobili e servizi digitali basati su IA

Negli ultimi anni si è assistito a una crescita esponenziale delle applicazioni mobili (app) e dei servizi digitali che impiegano algoritmi di IA per la valutazione autonoma o assistita di lesioni cutanee sospette. Queste tecnologie, spesso accessibili direttamente ai pazienti tramite smartphone o tablet, promettono un supporto immediato allo screening del melanoma, con l'obiettivo di facilitare l'accesso precoce alla diagnosi.

Purtroppo la validazione clinica di molte di queste app resta ancora limitata. Un'analisi sistematica condotta su app commerciali disponibili nei principali store digitali ha rivelato che meno del 20% delle soluzioni analizzate riportava dati pubblici su accuratezza diagnostica, e solo una piccola parte era stata sottoposta a validazione da enti regolatori come FDA o EMA [5, 9]. In particolare, Joly-Chevrier et al. [1] hanno riportato, in una revisione di 72 studi, sensibilità comprese tra 55% e 95% e specificità tra 60% e 85%, con ampia eterogeneità legata al tipo di dataset (*in silico* vs. clinico) e all'endpoint diagnostico (lesione maligna vs. benigna).

Analogamente, Salinas [10], in una *meta-analysis* su oltre 80.000 immagini, ha stimato una sensibilità media del 79% (IC 95%: 74–83%) e una specificità del 73% (IC 95%: 68–78%), a seconda del contesto e delle modalità di addestramento dei modelli.

Una parte significativa della lette-

ratura considera queste app come strumenti potenzialmente utili per la sensibilizzazione del paziente, ma sottolinea anche i rischi connessi a falsi negativi, ansia da sovradiagnosi e interpretazioni errate.

Un esempio emblematico è lo studio esplorativo di Sangers et al., che ha valutato l'uso di ChatGPT Vision nella diagnosi del melanoma, riportando prestazioni inferiori rispetto alle CNN dedicate e confermando la necessità di prudenza nell'impiego di strumenti non specificamente addestrati [16]

Anche in ambito dermatopatologico si stanno sviluppando interfacce digitali con alcuni sistemi che integrano l'analisi automatica di immagini istologiche con servizi cloud-based per il triage diagnostico a distanza. Sebbene promettenti, questi strumenti richiedono una robusta validazione esterna e un'integrazione strutturata con le procedure di laboratorio, aspetto tuttora in fase di sviluppo sperimentale.

### Discussione

L'utilizzo dell'IA sta trovando un ruolo centrale nell'attività medico clinica nell'ambito delle diagnosi dermatologiche ed in particolare nella ricerca del melanoma [8]. I risultati emersi dagli studi analizzati confermano che, in contesti ben controllati, gli algoritmi basati su CNN raggiungono livelli di accuratezza diagnostica comparabili – e in alcuni casi superiori – a quelli dei dermatologi esperti.

Tuttavia, la variabilità nelle metodologie di validazione e l'eterogeneità dei dataset utilizzati rendono difficile una generalizzazione assoluta dei risultati. È evidente che la performance degli algoritmi dipende dalla qualità e rappresentatività dei dati di addestramento, nonché dal contesto d'uso. Inoltre, sebbene alcuni studi dimostrino un vantaggio dell'IA su medici generici, le dif-

ferenze si riducono sensibilmente quando i confronti avvengono con dermatologi altamente specializzati. Un'ulteriore area critica emersa da più contributi riguarda la scarsità di dati relativi alla performance dell'IA su popolazioni con pelle scura. La maggior parte dei dataset pubblici – come ISIC e HAM10000 – presenta una forte sovrarappresentazione di individui a fototipo chiaro (Fitzpatrick I-III), generando bias algoritmici che possono influenzare negativamente l'accuratezza diagnostica nelle minoranze etniche, come mostrato nello studio di Fiorent et al. (2022) [11].

Sul piano etico e regolatorio, l'uso clinico dell'IA richiede trasparenza, tracciabilità e responsabilità. La FDA ha già approvato alcuni dispositivi IA in dermatologia imponendo criteri stringenti di validazione e reporting [9], mentre l'Unione Europea, con l'AI Act del 2021, ha classificato i sistemi medici come "ad alto rischio", introducendo requisiti di monitoraggio, audit esterni ed explainability. In Svizzera, Swissethics e Swissmedic stanno elaborando linee guida dedicate, in sinergia con il progetto nazionale SDiPath per un'infrastruttura regolamentata di patologia digitale. Le principali criticità emerse includono: algoritmi per la diagnostica non ben definiti (black box models), la gestione dei dati sensibili, la difficoltà di attribuire responsabilità in caso di errore e la possibile perdita di competenze diagnostiche nei medici [14]. Oltre a questi aspetti si evince come la fiducia degli utenti (pazienti e professionisti) resti un prerequisito imprescindibile (MELVEC Study, 2023) [2].

Un esempio di implementazione clinica è lo studio di Pantanowitz et al. (*Lancet Digital Health*, 2020), [13] in cui un algoritmo applicato ad agobiopsie prostatiche digitali ha mostrato, nella validazione esterna,

sensibilità 98.46% (IC95% 94.06–99.61) e specificità 97.33% (IC95% 94.43–98.74), confermando la sicurezza dell'IA in contesti reali. In Svizzera, il progetto SDiPath e iniziative come PathChat di Modella AI confermano il valore di approcci multimodali per supportare diagnosi, refertazione e formazione secondo il paradigma dell'“integrative diagnosis”.

Uno studio di dermatopatologia [4] ha evidenziato come l'uso combinato di CNN e modelli supervisionati migliori la distinzione tra nevi displastici e melanomi iniziali, riducendo la variabilità interosservatore. Studi accademici condotti presso Stanford e Charité Berlin hanno validato algoritmi per il triage automatizzato delle biopsie digitali, riportando accuratezze superiori al 90% [12].

Nel complesso, questi esempi dimostrano che l'IA può essere integrata con successo nella pratica clinica solo se accompagnata da validazione rigorosa, supervisione specialistica e linee guida etiche. Il modello collaborativo medico-IA, già consolidato nella dermatologia digitale, ha il potenziale per estendersi alla dermatopatologia, favorendo una medicina più precisa, accessibile e sostenibile.

### Conclusioni

Le evidenze disponibili mostrano che l'IA applicata alla diagnosi del melanoma cutaneo raggiunge livelli di sensibilità e specificità paragonabili, e talvolta superiori, a quelli dei dermatologi esperti. In particolare, studi controllati come il MELVEC [2] e lo studio di Witkowski et al. [3], hanno confermato che l'integrazione tra algoritmo e giudizio clinico (Augmented Intelligence) migliora in modo significativo sia l'accuratezza diagnostica sia la gestione clinica. È riduttivo concepire l'IA come potenziale sostituto del medico. Il suo valore reale risiede nella capacità di

estendere le competenze cliniche, analizzando quantità di dati non gestibili dall'uomo e identificando pattern non percepibili visivamente. In questa prospettiva, l'IA non replica il giudizio medico, ma lo potenzia, favorendo una medicina più predittiva e personalizzata.

Rappresenta inoltre un supporto affidabile, utile sia nello screening che nella pratica clinica, con particolare valore nei contesti a risorse limitate e come strumento formativo per i professionisti meno esperti.

### The Use of Artificial Intelligence in the Diagnosis of Cutaneous Melanoma

#### Abstract

Artificial intelligence (AI) is reshaping melanoma diagnosis through convolutional neural networks (CNNs), achieving accuracy comparable to, and sometimes exceeding, that of expert dermatologists. Prospective studies and systematic reviews highlight the benefits of Augmented Intelligence, combining algorithmic output with clinical judgment to enhance sensitivity and specificity. Nonetheless, important limitations persist, including dataset bias, underrepresentation of darker skin types, and insufficient external validation. Ethical, regulatory, and trust-related issues remain critical. Overall, AI represents a promising support tool in dermatology, but requires transparency, robust clinical validation, and specialist supervision to ensure safe and responsible integration into clinical practice.

#### Keywords:

Artificial Intelligence (AI), Melanoma Diagnosis, Convolutional Neural Networks (CNNs), Augmented Intelligence, Clinical Validation / Dataset Bias

#### Bibliografia

- Joly-Chevrier M, Nguyen AX, Liang L, Lesko-Krleza M, Lefrançois P. The state of artificial intelligence in skin cancer publications. *J Cutan Med Surg.* 2024; 28(2):146-152.
- Goessinger EV, Niederfeilner JC, Cermirana S, Maul JT, Kostner L, Kunz M, Huber S, Koral E, Habermacher L, Sabato G, Tadic A, Zimmermann C, Navarini A, Maul LV. Patient and dermatologists' perspectives on augmented intelligence for melanoma screening: a prospective study. *J Eur Acad Dermatol Venereol.* 2024;38(12):2240-2249.
- Witkowski AM, Burshtein J, Christopher M, Cockerell C, Correa L, Cotter D, Ellis DL, Farberg AS, Grant-Kels JM, Greiling TM, Grichnik JM, Leachman SA, Linfante A, Marghoob A, Marks E, Nguyen K, Ortega-Loayza AG, Paragh G, Pellacani G, Rabinovitz H, Rigel D, Siegel DM, Song EJ, Swanson D, Trask D, Ludzik J. Clinical utility of a digital dermoscopy image-based artificial intelligence device in the diagnosis and management of skin cancer by dermatologists. *Cancers (Basel).* 2024;16(21):3592.
- Neimy H, Helmy JE, Snyder A, Valdebran M. Artificial intelligence in melanoma dermatopathology: a review of literature. *Am J Dermatopathol.* 2024;46(2):83–94.
- Wongvibulsin S, Yan MJ, Pahalyants V, Murphy W, Daneshjou R, Rotemberg V. Current State of Dermatology Mobile Applications With Artificial Intelligence Features. *JAMA Dermatol.* 2024;160(6):646-650 (Erratum in: *JAMA Dermatol.* 2024;160(6):688).
- Strzelecki M, Kociołek M, Strąkowska M, Kozłowski M, Grzybowski A, Szczypiński PM. Artificial intelligence in the detection of skin cancer: State of the art. *Clin Dermatol.* 2024;42(3):280-295.
- Haggenmüller S, Maron RC, Hekler A, Utikal JS, Barata C, Barnhill RL, Beltraminelli H, Berking C, Betz-Stablein B, Blum A, Braun SA, Carr R, Combalia M, Fernandez-Figueras MT, Ferrara G, Fraitag S, French LE, Gellrich FF, Ghoreschi K, Goebeler M, Guitera P, Haenssle HA, Haferkamp S, Heinzerling L, Heppt MV, Hilke FJ, Hobelsberger S, Krahl D, Kutzner H, Lallas A, Liopyris K, Llamas-Velasco M, Malvey H, Meier F, Müller CSL, Navarini AA, Navarrete-Dechent C, Perasole A, Poch G, Podlipnik S, Requena L, Rotemberg VM, Saggini A, Sanguenza OP, Santonja C, Schandendorf D, Schilling B, Schlaak M, Schlager JG, Sergon M, Sondermann W, Soyler HP, Starz H, Stolz W, Vale E, Weyers W, Zink A, Krieghoff-Henning E, Kather JN, von Kalle C, Lipka DB, Fröhling S, Hauschild A, Kittler H, Brinker TJ. Skin cancer classification

- via convolutional neural networks: systematic review of studies involving human experts. *Eur J Cancer*. 2021;156:202-216.
8. Cazzato G, Colagrande A, Cimmino A, Arezzo F, Loizzi V, Caporusso C, Marangio M, Foti C, Romita P, Lospalluti L, Mazzotta F, Cicco S, Cormio G, Lettini T, Resta L, Vacca A, Ingravallo G. Artificial intelligence in dermatopathology: new insights and perspectives. *Dermatopathology (Basel)*. 2021;8(3):418-425.
  9. EADV AI Task Force. Position statement of the EADV AI Task Force on AI-assisted smartphone apps and web-based services for skin disease. *J Eur Acad Dermatol Venereol*. 2023;37(4):543-550.
  10. Salinas MP. A systematic review and meta-analysis of artificial intelligence versus clinicians for skin cancer diagnosis. *JAMA Dermatol*. 2023;159(2):155-163.
  11. Florent R, Fardman B, Podwojnyak A, Javaid K, Tan IJ, Ghani H, Truong TM, Rao B, Heath C. Artificial intelligence in dermatology: advancements and challenges in skin of color. *Int J Dermatol*. 2024.
  12. Lu MY, Chen B, Williamson DFK, Chen RJ, Zhao M, Chow AK, Ikemura K, Kim A, Pouli D, Patel A, Soliman A, Chen C, Ding T, Wang JJ, Gerber G, Liang I, Le LP, Parwani AV, Weishaupt LL, Mahmood F. A multimodal generative AI copilot for human pathology. *Nature*. 2024;8033:466-473
  13. Pantanowitz L, Quiroga-Garza GM, Bien L, Heled R, Laifenfeld D, Linhart C, Sandbank J, Shach AA, Shalev V, Vecsler M, Yehuda R, Sarig O, Lujan GM. An artificial intelligence algorithm for prostate cancer diagnosis in whole slide images of core needle biopsies: a blinded clinical validation and deployment study. *Lancet Digit Health*. 2020;2(8):e407-e416.
  14. Eloy C, Fraggetta F, van Diest PJ, Polónia A, Curado M, Temprana-Salvador J, Zlobec I, Purcheras E, Weis CA, Matias-Guiu X, Schirmacher P, Ryška A. Digital transformation of pathology - the European Society of Pathology expert opinion paper. *Virchows Arch*. 2025. Epub ahead of print.
  15. Patel S, Wang JV, Motaparthy K, Lee JB. Artificial intelligence in dermatology for the clinician. *Clin Dermatol*. 2021;39(4):667-672.
  16. Sangers T. Can ChatGPT Vision diagnose melanoma? An exploratory diagnostic accuracy study. *J Am Acad Dermatol*. 2024;90(5):1057-1059.
  17. Haenssle HA, Fink C, Schneiderbauer R, Toberer F, Buhl T, Blum A, Kalloo A, Hassen ABH, Thomas L, Enk A, Uhlmann L; Reader study level-I and level-II Groups; Alt C, Arenbergerova M, Bakos R, Baltzer A, Bertlich I, Blum A, Bokor-Billmann T, Bowling J, Braghiroli N, Braun R, Buder-Bakhaya K, Buhl T, Cabo H, Cabrijan L, Cevic N, Classen A, Deltgen D, Fink C, Georgieva I, Hakim-Meibodi LE, Hanner S, Hartmann F, Hartmann J, Haus G, Hoxha E, Karls R, Koga H, Kreuzsch J, Lallas A, Majenka P, Marghoob A, Massone C, Mekokishvili L, Mestel D, Meyer V, Neuberger A, Nielsen K, Oliviero M, Pampena R, Paoli J, Pawlik E, Rao B, Rendon A, Russo T, Sadek A, Samhaber K, Schneiderbauer R, Schweizer A, Toberer F, Trennheuser L, Vlahova L, Wald A, Winkler J, Wölbing P, Zalaudek I. Man against machine: diagnostic performance of a deep learning convolutional neural network for dermoscopic melanoma recognition in comparison to 58 dermatologists. *Ann Oncol*. 2018;29(8):1836-1842.
  18. Esteve A, Kuprel B, Novoa RA, Ko J, Swetter SM, Blau HM, Thrun S. Dermatologist-level classification of skin cancer with deep neural networks. *Nature*. 2017;542(7639):115-118 (Erratum in: *Nature*. 2017;546(7660):686).
  19. Tschandl P, Rosendahl C, Kittler H. The HAM10000 dataset, a large collection of multi-source dermatoscopic images of common pigmented skin lesions. *Sci Data*. 2018;5:180161.
  20. Brinker TJ, Hekler A, Enk AH, Klode J, Hauschild A, Berking C, Schilling B, Haferkamp S, Schadendorf D, Klosa A, Baier DS, Holzinger A, von Kalle C, Utikal JS. Deep neural networks are superior to dermatologists in melanoma image classification. *Eur J Cancer*. 2020;119:11-17.
- Affiliazioni**  
Dr.ssa med. Ylenia Micca  
Servizio di Medicina Interna, Kantonsspital Graubünden, Coira, Switzerland  
Università della Svizzera Italiana (USI), Lugano, Switzerland
- Dr. med. Matteo Calegari  
Servizio di Cardioanestesia e Cure intensive, Cardiocentro (ICCT-EOC) Lugano, Switzerland
- PD Dr. med. Helmut Beltraminelli  
Servizio di Dermatologia EOC,  
Ospedale Regionale Bellinzona e Valli (ORBV), Bellinzona, Switzerland  
Dermatopatologia, Istituto Cantonale di Patologia EOC, Locarno, Switzerland  
Università della Svizzera Italiana (USI), Lugano, Switzerland
- Autore corrispondente: Ylenia Micca,  
email: yleniamicca@gmail.com
- Dichiarazioni**
- Ruolo degli autori nella preparazione del manoscritto: tutti gli autori hanno contribuito in egual misura alla concezione dello studio, alla raccolta e all'analisi dei dati, alla stesura e alla revisione critica del manoscritto, e hanno approvato la versione finale da sottoporre.
  - Conflitti di interesse: nessuno.
  - Fondi e sponsor: nessuno.
  - Etica: questo articolo è una rassegna di studi precedentemente pubblicati. Non sono stati generati nuovi dati riguardanti partecipanti umani o animali e, pertanto, non è stata necessaria alcuna approvazione etica.
  - Accesso ai dati grezzi: nessun dato grezzo disponibile per questo articolo.
- Note esplicative**
- † **Reti neurali convoluzionali (CNN):** rete neurale adatta a dati "a griglia" (immagini), ispirata alla corteccia visiva; cardine in computer vision, riconoscimento vocale e analisi di sequenze.
- ‡ **ISIC:** International Skin Imaging Collaboration; challenge internazionali di AI/computer vision per la diagnosi di lesioni cutanee (melanoma e altri tumori).
- § **Augmented Intelligence (Aul):** IA come supporto al medico (human-in-the-loop), non sostitutiva; la decisione finale resta umana.