



FACULDADE DE MEDICINA
UNIVERSIDADE DE
COIMBRA

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA – TRABALHO FINAL

SARA MARIANA CABRAL DE OLIVEIRA CONSTANTINO

A Utilização de Inteligência Artificial no Diagnóstico de Melanoma

ARTIGO DE REVISÃO

ÁREA CIENTÍFICA DE DERMATOLOGIA

Trabalho realizado sob a orientação de:

RICARDO JOSÉ DAVID COSTA VIEIRA

MAIO/2020

A utilização da Inteligência Artificial no Diagnóstico de Melanoma

Sara Mariana Cabral de Oliveira Constantino¹

¹ Faculdade de Medicina, Universidade de Coimbra (FMUC), Portugal.

Sara Mariana Cabral de Oliveira Constantino
Azinhaga de Santa Comba – Celas, 3000-548 Coimbra, Portugal
saracconstantino@gmail.com

ÍNDICE

RESUMO	3
ABSTRACT	5
ABREVIATURAS.....	6
FIGURAS	7
INTRODUÇÃO	8
MATERIAIS E MÉTODOS.....	9
DISCUSSÃO	10
1. Melanoma cutâneo	10
2. Diagnóstico atual do melanoma	11
2.1. Biópsia excisional.....	11
2.2. Dermatoscopia	11
2.3. Microscopia Confocal de Reflectância	12
3. Inteligência Artificial	15
3.1. Conceito de Inteligência Artificial.....	15
3.2. Vantagens da sua utilização na medicina.....	16
3.3. Rede Neural Convolucional	17
4. Aplicação de IA no diagnóstico de MC.....	18
CONCLUSÃO	22
AGRADECIMENTOS	23
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24

RESUMO

O melanoma cutâneo é uma neoplasia maligna que nas últimas décadas tem adquirido de modo crescente um papel preponderante na saúde pública global, devido ao aumento na sua incidência e ao facto de apresentar a maior taxa de mortalidade no que toca a cancro da pele. A sua deteção e diagnóstico precoces contribuem de modo decisivo para a melhoria do prognóstico.

A avaliação histopatológica é a técnica padrão para o diagnóstico, existindo outras técnicas que aumentam a acuidade do exame clínico e contribuem para a precocidade do diagnóstico, como a dermatoscopia (a mais utilizada) ou a microscopia confocal de reflectância.

Contudo, qualquer um destes procedimentos é sempre muito dependente da experiência e treino do médico que a utiliza.

Assim, existe atualmente uma procura incessante de métodos que aumentem a acuidade diagnóstica do melanoma cutâneo.

Tendo em conta que a dermatologia é uma área da medicina muito visual e com inúmeros registos fotográficos, possuindo grandes bases de dados com imagens clínicas que podem ser utilizadas e interpretadas, existe um enorme potencial para implementação de sistemas de inteligência artificial no diagnóstico.

Na verdade, recentemente têm sido realizados muitos estudos que visam explorar as capacidades da inteligência artificial no despiste e análise de lesões cutâneas, com o intuito de auxiliar os médicos dermatologistas a tornar o seu diagnóstico mais preciso, independentemente do seu conhecimento clínico.

Neste âmbito, o que se tem destacado mais e com resultados mais promissores são as redes neurais convolucionais. Estas, segundo dados de investigações realizadas, são capazes de identificar e classificar o melanoma cutâneo com um nível de competência superior ao de médicos dermatologistas.

Com o desenvolvimento da inteligência artificial existe algum receio que a mesma possa vir a substituir o médico dermatologista. Contudo, foi evidenciado que a combinação de inteligência artificial e humana é capaz de obter resultados diagnósticos superiores aos obtidos individualmente quer pelos médicos quer pela rede neural convolucional, pelo que este tipo de tecnologia pode vir a ter um papel relevante, não na substituição do dermatologista, mas sim na coadjuvação para realçar e aperfeiçoar o seu trabalho.

Por outra perspetiva, apesar de a inteligência artificial, e neste caso mais especificamente as redes neurais convolucionais, demonstrarem um imenso potencial que pode revolucionar a dermatologia, nomeadamente no diagnóstico de melanoma, levantam ainda problemas éticos e logísticos para que possam ser incluídos na prática clínica diária.

Palavras-chave: melanoma cutâneo; diagnóstico; dermatoscopia; microscopia confocal de reflectância; inteligência artificial; rede neural convolucional.

ABSTRACT

Cutaneous melanoma is a malignant tumour that in the last decades has obtained a preponderant role in the global public health. This is due to the rise in its incidence and because it presents the biggest mortality rate referring to skin cancer.

Its early detection and diagnosis contribute decisively for the improvement of the prognosis.

Histopathological evaluation is the diagnostic gold standard. Still, there are other techniques that increase the acuity of the clinic exam and help early diagnosis, such as dermatoscopy (the most used) and reflectance confocal microscopy.

Nevertheless, all these procedures are very dependent on the doctors' experience and training.

Therefore, there is currently a ceaseless search of methods to increase the cutaneous melanomas' diagnostic acuity.

Dermatology is a very visual medical area with countless photographic registry and great databases with clinical images that can be used and construed. The aforementioned shows a boundless potential to implement artificial intelligence systems in diagnosis.

There have been many studies recently conducted that aim to explore the capabilities of artificial intelligence in the screening of skin lesions. This has the purpose of helping the dermatologists to make a more accurate diagnosis, regardless of their clinical knowledge.

In this context, convolutional neural networks have stood out with the most promising results. According to data from performed investigations, these are capable of identify and classify a cutaneous melanoma with a higher level of competence than dermatologists.

With the development of artificial intelligence, there is some fear that it could replace the dermatologist. However, it has been proven that the artificial and human intelligence combined can obtain better diagnostic outcomes than the ones obtained individually by doctors or by convolutional neural networks. This shows that this type of technology can come to have a relevant role, not in the replacement of the dermatologist, but by helping him to ameliorate and highlight his work.

On another perspective, despite the vast potential of artificial intelligence to revolutionize dermatology, more specifically by convolutional neural networks, there is still ethical and logistical problems for it to be included in the daily clinical practice.

Keywords: cutaneous melanoma; diagnosis; dermatoscopy; reflectance confocal microscopy; artificial intelligence; convolutional neural network.

ABREVIATURAS

MC – Melanoma cutâneo

IA – Inteligência Artificial

RNC – Rede Neural Convolucional

BE – Biópsia Excisional

MCR – Microscopia Confocal de Reflectância

ML – *Machine Learning*

FIGURAS

Figura 1 – Imagem dermatoscópica de um Melanoma <i>in situ</i> (adaptado de Weber P. et al. (17))	12
Figura 2 – Comparação entre a imagem de uma mesma lesão obtida com a dermatoscopia (A), com a MCR (B) e MCR de alta resolução (C) (adaptado de Haroon A. et al. (6))	13
Figura 3 – Arquitetura de uma rede neural convolucional típica (adaptado de Anwar S.M. et al. (10)).....	17
Figura 4 – Protótipo de uma aplicação de telemóvel que permite, por parte do doente, o acompanhamento fotográfico periódico da evolução de uma lesão cutânea (adaptado de Sondermann W. et al. (13))	19

INTRODUÇÃO

O melanoma cutâneo (MC) é um tumor maligno da pele cuja incidência mundial tem revelado um aumento notório nas últimas décadas. (1,2)

A melhor forma de melhorar o prognóstico deste tipo de neoplasia é através da sua detecção precoce. (3)

Atualmente, o diagnóstico de MC baseia-se na análise clínica de lesões pigmentadas usando os critérios ABCDE (Assimetria, Bordo, Cor, Diâmetro e Evolução) e o sinal do patinho feio, de forma a fazer diagnóstico diferencial com os nevos melanocíticos.(4) A dermatoscopia, através da análise de padrões e da aplicação de diversos algoritmos dermatoscópicos, permite melhorar a acuidade diagnóstica. (5) A confirmação é realizada, por fim, através da análise anatomopatológica. (6)

Apesar do diagnóstico clínico apoiado na dermatoscopia ter acuidade relativamente elevada,(4,7) a sua principal limitação provém do facto de ser muito dependente da experiência do médico que a realiza, sendo necessário bastante treino até ser eficaz a utilização desta técnica. (8)

Recentemente têm vindo a surgir novas técnicas com o intuito de complementar ou substituir a dermatoscopia e reduzir a realização de biópsias excisionais desnecessárias, entre as quais o uso de inteligência artificial (IA), que tem vindo a ganhar nos últimos anos cada vez maior relevância. (2)

A IA consiste na utilização de tecnologia capaz de modular comportamento humano inteligente, sem a necessidade de intervenção humana. (9) O uso de redes neurais convolucionais (RNC) para o processamento e análise de imagens digitais, utilizando algoritmos que permitem à máquina reconhecer padrões e ter uma curva de aprendizagem, têm permitido aplicações práticas no diagnóstico do melanoma. (10,11)

O objetivo deste trabalho é rever a literatura atual acerca da aplicação da inteligência artificial no diagnóstico de melanoma, tentando compreender de que forma as ferramentas de IA podem contribuir para o diagnóstico de melanoma, fazendo uma discussão crítica das vantagens e limitações atuais, assim como das possíveis perspetivas futuras.

MATERIAIS E MÉTODOS

Na elaboração do atual artigo foi realizada uma revisão da literatura existente online, a nível das bases de dados PubMed e ResearchGate, de acordo com os critérios de exclusão abaixo mencionados.

Foram utilizadas as seguintes palavras-chaves: “Skin melanoma”, “diagnosis”, “artificial intelligence”, “dermatoscopy” e “confocal microscopy”.

Dado o caráter recente e relevante do tema abordado foram apenas selecionados artigos escritos em português e inglês no período entre setembro de 2016 e fevereiro de 2020.

Inicialmente foi feito um levantamento de artigos cujo título parecia ser pertinente, e posteriormente feita uma seleção daqueles cujo resumo ia de encontro ao propósito deste trabalho, sendo por fim lido o artigo na sua totalidade.

DISCUSSÃO

1. Melanoma cutâneo

Os tumores queratinocíticos, nomeadamente o carcinoma basocelular, constituem o tipo de cancro mais comum no ser humano, (12) nomeadamente na população branca. (13) Comparativamente a outros cancros de pele, o melanoma cutâneo é uma neoplasia relativamente incomum. (14) Porém, a sua incidência mundial tem revelado um aumento notório nas últimas décadas, (1) podendo ser considerado o tumor de pele com maior taxa de mortalidade a nível mundial, (2,14) e constituindo um desafio a nível de saúde pública. (15) O termo MC engloba um conjunto heterogéneo de proliferações melanocíticas malignas com diferenças entre si a nível morfológico, genético, epidemiológico, de crescimento e também no potencial de metastização. (3)

Existem diversos fatores, quer intrínsecos quer ambientais, que podem estar na base do risco de cada individuo vir a desenvolver esta doença. Os mesmos variam, desde a cor de pele, pelo seu grau de pigmentação, até a, menos frequentemente, mutações genéticas. Contudo, o fator mais predisponente verificado até agora consiste na exposição a radiação ultravioleta. (1)

Por outro lado, também o número de nevos melanocíticos, varia consoante a exposição a radiação ultravioleta, nomeadamente em idades jovens, e constitui um indicador de predisposição para o eventual desenvolvimento de melanoma. (1)

Uma condicionante para o prognóstico do melanoma prende-se com a sua espessura, sendo que quanto mais avançado estiver o tumor, maior será a sua espessura e pior será o prognóstico, com o aumento da taxa de mortalidade. (1)

Assim, é crucial a deteção precoce deste tipo de neoplasia, já que pode levar à redução significativa de possíveis complicações que advenham desta e da sua taxa de mortalidade. (2) A mesma constitui o fator que mais pode influenciar positivamente o prognóstico desta doença. (3)

2. Diagnóstico atual do melanoma

2.1. Biópsia excisional

A biópsia excisional (BE) seguida de avaliação histológica da amostra constitui o exame padrão para o diagnóstico do melanoma cutâneo. (1,5,6)

Apesar de bastante informativo acerca da benignidade ou malignidade de uma lesão, este método é invasivo e moroso. (16)

Assim, há a necessidade de encontrar novas técnicas capazes de promover um diagnóstico mais rápido e eficaz, evitando a realização de biópsias desnecessárias. (1)

Atualmente existem já algumas técnicas como a dermatoscopia e a microscopia confocal de reflectância (MCR) que podem auxiliar o dermatologista aumentando a acuidade clínica na decisão de biopsar ou não uma lesão. (1,4–6,16)

2.2. Dermatoscopia

A dermatoscopia é uma técnica *in vivo* não invasiva que permite a detecção precoce de lesões pigmentadas e não pigmentadas. (4,5)

A mesma permite obter um diagnóstico mais precoce do melanoma cutâneo, sendo uma técnica bastante proveitosa na avaliação intermédia entre o diagnóstico clínico e histológico de lesões que se suspeitem ser melanocíticas. (5)

Esta técnica utiliza a incidência de luz e redução da reflectância especular em conjunto com um fluido de interface (dermatoscopia não polarizada) ou um filtro de luz polarizada (dermatoscopia polarizada), (4) para obter detalhes a nível microscópico da arquitetura, estruturas vasculares e distribuição cromática de uma lesão. (1)

Utilizando o dermatoscópio, obtém-se uma imagem como a demonstrada na Figura 1, onde é possível visualizar *in vivo* a epiderme, a junção epiderme-derme e a derme superficial. (4)

Este método, que é de simples utilização e permite uma ampliação de aproximadamente 10 vezes da área cutânea, tem por base a identificação de inúmeros padrões e estruturas dermatológicas correlacionadas, por sua vez, com alterações histopatológicas conhecidas. (5)

A utilização deste instrumento traz inúmeras vantagens diagnósticas sendo de realçar a facilidade de utilização e o facto de ser um método rápido que não aumenta o tempo de avaliação da lesão e da consulta no geral. (4)

Um dos algoritmos utilizados na dermatoscopia é o ABCDE, (1,13) sendo as letras correspondentes à assimetria, bordo, cor, diâmetro e evolução. (4) A letra E (evolução) foi acrescentada mais tarde ao original ABCD, já que foi concluído que a evolução clínica era um fator muito relevante no diagnóstico de lesões cutâneas. (13)



Figura 1 – Imagem dermatoscópica de um Melanoma *in situ* (adaptado de Weber P. et al. (17))

A dermatoscopia é, assim, uma técnica que aumenta a sensibilidade e a especificidade do diagnóstico do melanoma, já que facilita a distinção entre lesões benignas e malignas, reduzindo desta forma a realização de BE desnecessárias. (1,4)

Ainda que existam já outras técnicas não-invasivas, como a microscopia confocal de reflectância, que apresentam uma melhor resolução que a dermatoscopia, a última continua a ser a mais utilizada para avaliar lesões cutâneas pigmentadas e não-pigmentadas já que é bastante precisa, de fácil utilização, rápida e já se encontra amplamente disponível na área de saúde. (17)

A sua utilização é, contudo, bastante dependente do grau de experiência do médico utilizador. (18)

2.3. Microscopia Confocal de Reflectância

A MCR é uma técnica diagnóstica inovadora, não-invasiva que permite em tempo-real a visualização da superfície cutânea a uma resolução com um nível quase histológico. (1,4,6)

A mesma fornece secções óticas seriadas da lesão desde a epiderme até à derme papilar. (4)

Esta técnica consiste na iluminação de um foco reduzido, no interior do tecido cutâneo, utilizando um feixe de radiação infravermelha de baixa potência. Este feixe é refletido através de uma pequena abertura e a sua imagem é reproduzida no detetor. Como a abertura filtra a luz refletida e a dispersa, permitindo apenas a passagem da luz correspondente ao plano da imagem, o software informático é capaz de reproduzir uma imagem bidimensional de alta resolução, em escala de cinzentos, da lesão em causa (figura 2). (6) O contraste nas imagens é devido às diferenças na intensidade da reflexão, tendo a melanina, e também a queratina, uma forte reflexão pelo que as células mais pigmentadas vão surgir na escala de cinzento com uma cor particularmente clara. (16)

Este método tem, assim, especial utilidade no diagnóstico diferencial de lesões pigmentadas. (16)

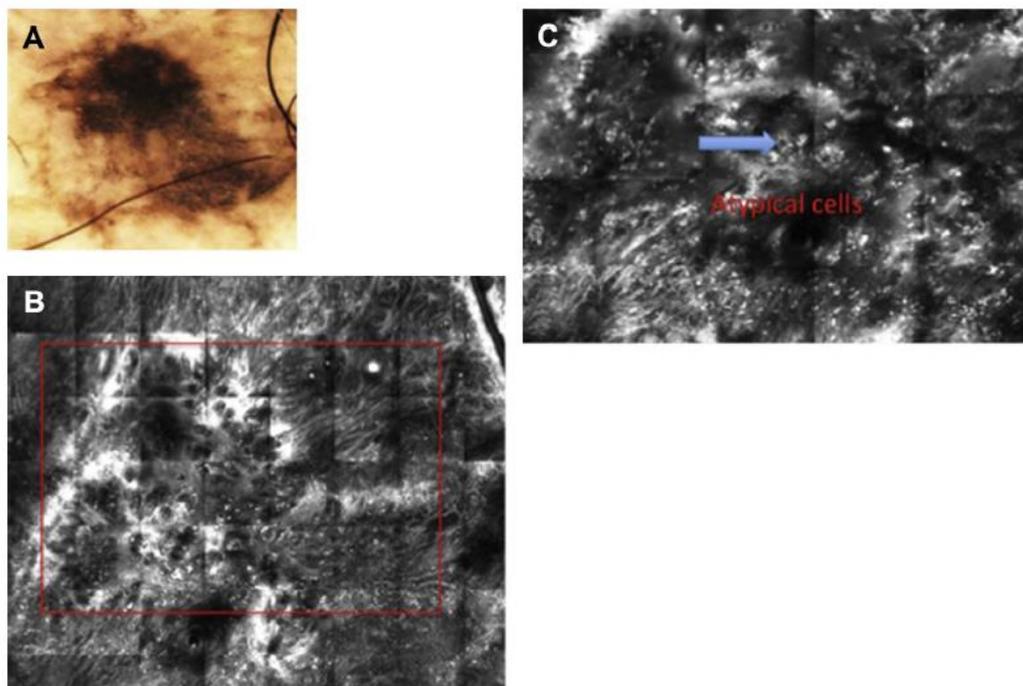


Figura 2 – Comparação entre a imagem de uma mesma lesão obtida com a dermatoscopia (A), com a MCR (B) e MCR de alta resolução (C) (adaptado de Haroon A. et al. (6))

Grandes estudos demonstraram que a MCR permite uma deteção mais correta e fidedigna de melanomas em estado inicial do que a dermatoscopia, sendo particularmente útil na distinção entre um nevo displásico e melanoma. Este facto, permite à primeira técnica reduzir, ainda mais que a dermatoscopia, a taxa de BE desnecessárias e uma melhor adaptação da terapia

à severidade da lesão. (4,16) As duas podem inclusive ser associadas em lesões mais complexas de forma a melhorar a precisão diagnóstica. (19)

Todavia, é de realçar que a interpretação desta técnica é bastante complexa e requer treino especializado sendo que, assim como o que ocorre na dermatoscopia, os resultados podem variar de acordo com a experiência do médico a avaliar. (1,18) Paralelamente, o equipamento necessário para este método acaba por ser também bastante dispendioso. (14)

3. Inteligência Artificial

3.1. Conceito de Inteligência Artificial

A IA é um termo que aborda a ciência computacional envolvida na criação de programas informáticos com o intuito de reproduzir a cognição do ser humano e criar algoritmos que analisam dados complexos sem intervenção humana. (12,20)

Este conceito foi criado em 1956 por John McCarthy, vindo a dar origem à área de pesquisa interdisciplinar que graças a grandes avanços na Informática e em algoritmos matemáticos formou a IA conhecida atualmente. (9,21)

O acesso a bases de dados cada vez maiores, juntamente com a criação de novos algoritmos, potenciou a transformação da IA, nomeadamente na medicina. A importância destes novos algoritmos baseia-se no facto de que, para utilizar todas as capacidades destes dados, os mesmos precisam de ser analisados e interpretados, sendo criada uma resposta face ao resultado. (22)

Por outro lado, também o crescente poder computacional contribuiu severamente para o notório desenvolvimento deste tipo de tecnologia. (9)

Enquanto as primeiras máquinas a utilizar IA eram um pouco limitadas na sua precisão, já que dependiam unicamente das regras que eram programadas, sendo que, a não ser que fossem programadas novas regras, não era possível uma adaptação por parte do aparelho, tudo isto mudou com o surgimento da *machine learning*, ramo da IA tradicional. Com a mesma, os algoritmos possibilitam a receção de dados por parte da máquina que desenvolve depois de forma autónoma funções complexas, criando previsões. (12)

Assim, a IA é responsável atualmente por implementar novos conceitos e criar soluções para resolver desafios complexos, sendo de realçar o papel da cibernética contemporânea no seu desenvolvimento. (9)

Atualmente, o tipo de tecnologia associada a IA já é utilizado em inúmeros aparelhos nomeadamente nos *smartphones* e em tecnologia como a Alexa da empresa Amazon ou a Siri da Apple. (12)

O expectável é que os avanços neste ramo continuem a progredir de forma acelerada e que esta chegue a abarcar várias áreas da vida humana como o reconhecimento de imagens, pesquisas de internet, processamento de linguagem voz-para-texto ou até carros que conduzem de forma automática e independente. (12)

3.2. Vantagens da sua utilização na medicina

Embora o papel futuro da IA na medicina seja ainda incerto, (21) estima-se que a mesma venha a permitir uma melhoria na prevenção, deteção, diagnóstico e tratamento de doenças. (12)

A área da saúde é algo que deve estar continuamente em movimento, a implementar alterações que beneficiem principalmente os doentes. Não pode constituir um elemento imóvel no tempo, deve sim aprender com as experiências e tentar melhorar continuamente. (9)

As aplicações científicas da IA têm-se difundido recentemente, incluindo já a análise de imagens (como radiografias ou imagens histológicas), reconhecimento de texto, design da atividade de fármacos e até na predição da expressão de mutações genéticas. (21)

Na atualidade, a maioria dos algoritmos aplicados informaticamente na área da saúde apenas permitem ao sistema aplicar princípios e conceitos gerais sobre medicina a novos pacientes. Por outro lado, a *machine learning* já leva este processo a um novo nível, aprendendo regras através das bases de dados fornecidas. (22)

A aplicação de IA na medicina divide-se em dois grandes ramos: o virtual e o físico.

Por um lado, a componente virtual baseia-se na já referida *machine learning* que comporta algoritmos matemáticos que melhoram a aprendizagem pela experiência. (9) Isto é, o programa escreve a sua própria programação para completar uma tarefa pré-determinada. Este processo pode ser supervisionado (como em algoritmos de classificação e predição baseados em exemplos prévios), sem qualquer monitorização (na habilidade de encontrar padrões) ou semi-supervisionado em que há uma aprendizagem por reforço (uso de sequência de castigos ou recompensas de forma a criar uma estratégia de operação num problema específico). (9,20)

Por outro lado, o ramo físico inclui objetos e aparelhos médicos como robots, que se mostram cada vez mais sofisticados, e que podem auxiliar, por exemplo, o médico a realizar uma cirurgia extremamente minuciosa. (9)

Apesar de toda a sua potencialidade, é necessário ter em conta o elemento ético da implementação de IA na área da saúde. Isto pode surgir, por exemplo, na possibilidade de haver o espelhamento do viés humanos na tomada de decisão clínica ou até na criação de algoritmos com o propósito de se comportarem de forma pouco ética. (21,23)

Apesar de noutras áreas como negócios, química ou astronomia, nas quais também tem havido grandes desenvolvimentos neste tipo de tecnologia, não irromperem estas questões éticas, as mesmas são de considerável relevância na medicina. (18)

3.3. Rede Neural Convolutacional

Uma rede neural convolutacional é um subtipo de *deep learning* que, por sua vez, é um ramo da *machine learning*. (10)

A *deep learning* detém diferentes algoritmos que tentam modelar altos níveis de abstração em bases de dados utilizando e explorando a profunda arquitetura de múltiplas camadas de processamento. (10) Esta é uma poderosa ferramenta que complementa a tradicional ML, mas que requer uma grande quantidade de dados de treino. (2)

Já uma RNC é baseada em redes neurais artificiais que tentam mimetizar a forma como o cérebro humano funciona. (10) Esta consiste numa rede distribuída de elementos computacionais modelada num sistema neural biológico e que pode ser implementada como um software de um programa de computador. (19)

A RNC tende a reconhecer padrões visuais, sendo obtido um mapa de características quando esta é executada em sub-regiões de uma imagem (figura 3). (10)

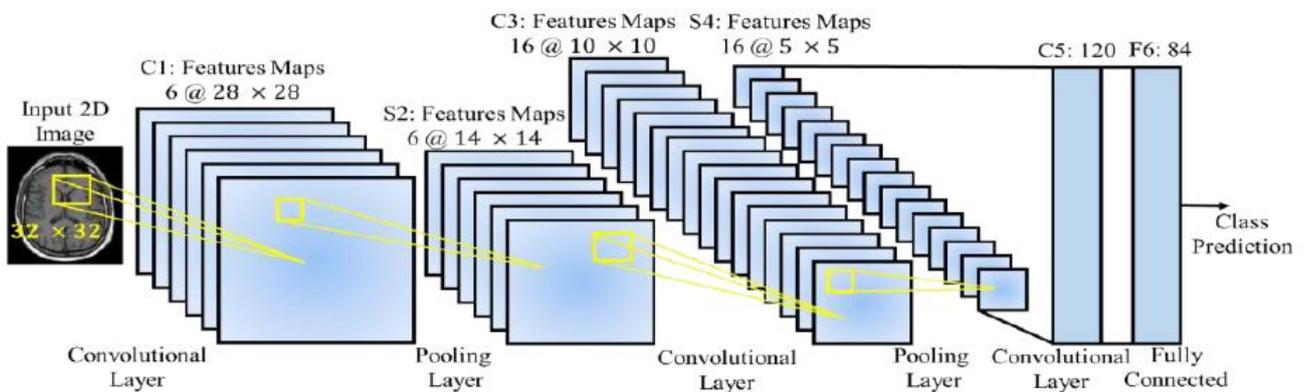


Figura 3 – Arquitetura de uma rede neural convolutacional típica (adaptado de Anwar S.M. et al. (10))

As investigações envolvendo RNC têm vindo a indicar que a mesma consegue atingir um desempenho bastante promissor, demonstrando uma IA capaz de classificar o MC com um nível de competência comparável ou até superior ao de médicos dermatologistas. (11,15)

4. Aplicação de IA no diagnóstico de MC

A dermatologia é uma área da medicina que tem grandes bases de dados de imagens clínicas disponíveis para uso e interpretação, pelo que se encontra numa posição em que beneficiaria bastante com a implementação de IA. (20)

Nas últimas décadas, a incidência do MC tem vindo a aumentar de forma acelerada e é responsável pela generalidade das mortes por cancro da pele. (18)

Atualmente, este tumor tem por base diagnóstica a visualização, começando por uma triagem clínica seguida de dermatoscopia, e potencialmente BE e avaliação histopatológica. (11)

O diagnóstico de MC é assim notoriamente dependente da experiência e treino do médico que analisa a lesão, (24) numa doença em que o despiste e diagnóstico precoce demonstraram ser essenciais para melhorar o prognóstico do doente. (20)

Apesar de a introdução da dermatoscopia ter vindo melhorar a precisão diagnóstica da avaliação a olho nu, dermatologistas e médicos com formação em diferentes algoritmos dermatoscópicos demonstraram uma sensibilidade média de menos de 80% na deteção de MC. (15)

É também de realçar que uma grande percentagem de lesões suspeitas que são referenciadas à dermatologia para investigação acabam por se mostrarem benignas. Daí que técnicas que melhorem a precisão do diagnóstico de MC sejam necessárias para diminuir a carga exercida nos cuidados de saúde secundários e serviços de anatomia patológica. Como esta pressão tem vindo a aumentar nos últimos anos, a IA pode trazer grandes benefícios na identificação de lesões com grande potencial de se virem a tornar MC. (14)

Deste modo, têm sido realizadas grandes investigações para explorar o potencial da IA no despiste atual de lesões cutâneas, de modo a auxiliar os dermatologistas a providenciarem uma mais elevada precisão diagnóstica na triagem de MC. (15,20)

Em 2017, Esteva et al. (11) utilizaram uma RNC que era capaz de diferenciar imagens de lesões cutâneas benignas e malignas, com um desempenho comparável ao de um painel de dermatologistas americanos conceituados.

Paralelamente, em 2018, um estudo feito por Haenssle et al. (15) comparou o desempenho diagnóstico de uma RNC no reconhecimento dermatoscópico de melanoma com um grupo de 58 dermatologistas, incluindo 30 especialistas com mais de 5 anos de experiência, tendo obtido resultados que mostraram que em grande parte dos casos a RNC foi capaz de superar o médico.

A introdução das RNC veio, desta forma, revolucionar a classificação e análise de imagens clínicas. (25)

Como o ocorrido nos dois ensaios referidos, ao programa para deteção de melanoma são providenciadas imagens etiquetadas como sendo melanoma ou não-melanoma, confirmado ou não histologicamente, e o computador cria as suas próprias regras internas para diferenciar o que é maligno e benigno. Desta forma, à medida que o sistema recolhe mais dados, tende a melhorar as suas predições. (12)

Uma forma de aumentar a base de dados, com o intuito de melhorar o desempenho da RNC, pode partir pela criação de uma aplicação de telemóvel (figura 4) que permita ao paciente registar, através de fotografias, as suas lesões cutâneas periodicamente durante um longo período, sendo este um processo simples visto que atualmente grande parte da população possui um telemóvel com câmara fotográfica. Isto vai permitir à aplicação exportar conjuntos de dados prospetivos, com o respetivo consentimento informado, permitindo o treino do algoritmo de RNC. Estas imagens sequenciais vão ser posteriormente rotuladas com algoritmos de IA treinados em imagens verificadas por BE (melhorando a precisão diagnóstica do dermatologista) e utilizadas para a aprendizagem supervisionada de uma RNC. (13)

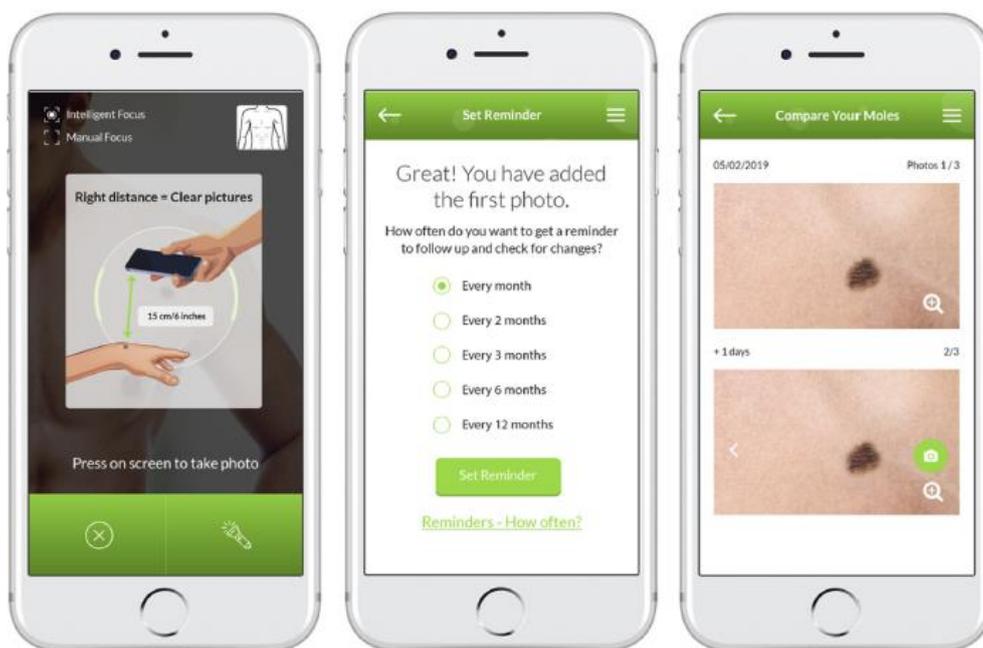


Figura 4 – Protótipo de uma aplicação de telemóvel que permite, por parte do doente, o acompanhamento fotográfico periódico da evolução de uma lesão cutânea (adaptado de Sondermann W. et al. (13))

A IA tem assim o potencial de, em inúmeras maneiras, se tornar numa ferramenta adicional para auxiliar os médicos que lutam diariamente para diminuir a taxa de mortalidade associada ao MC, (26) independentemente da sua experiência ou prática clínica. (15)

Todavia, tendo em conta que os algoritmos da IA utilizam imagens de lesões diagnosticadas utilizando a atual técnica padrão para o diagnóstico de MC, que consiste numa BE e avaliação histopatológica, isto levanta a questão da interpretação que é feita pelo anatomopatologista, nomeadamente em lesões melanocíticas *borderline*, a qual pode ser variável. (26)

Portanto, apesar da precisão do diagnóstico auxiliado por IA para a deteção de melanoma poder ser equiparado ao de médicos especialistas de dermatologia, é necessário rever a aplicabilidade clínica destes sistemas no mundo real, já que esta permanece ainda desconhecida. (25)

Deve ser tido também em conta que o exame físico de pacientes é algo muito multifatorial e imprevisível, sendo por vezes um processo verdadeiramente complicado. Como qualquer médico indicaria, diverge bastante da avaliação de uma fotografia dermatoscópica de uma lesão no ecrã de um computador. (26)

Os estudos realizados até agora não visaram estas potenciais limitações diagnósticas como a supracitada ambiguidade dos relatórios patológicos, a complexidade de decisões clínicas na presença da dubiedade, e os inúmeros tipos de viés que podem surgir nestes ensaios. (25)

Estas e outras restrições, como o cenário artificial em que os ensaios são realizados, a falta de variedade no tipo de lesões analisadas, a diminuída disponibilidade de imagens validadas levando a uma escassez em lesões melanocíticas de diferentes tipos de pele e fundos genéticos e até a falta de confiança de alguns médicos no sistema em análise, podendo não seguir as suas recomendações, impedem uma generalização mais ampla desta tecnologia nos cuidados de saúde. (15)

Porém, ainda que haja um longo caminho pela frente, e bastante pesquisa e trabalho tenha ainda de ser realizado em termos de validação clínica, é possível perceber as grandes implicações que este tipo de tecnologia pode ter, já que a utilização da mesma permite auxiliar os dermatologistas, assim como aumentar o espectro dos cuidados de saúde primários e expandir o alcance a cuidados em regiões onde não existe o acesso a triagem com nível de dermatologista de lesões cutâneas malignas. (12)

Aliás, os efeitos a jusante da IA são bastante promissores e tangíveis como no diagnóstico mais precoce, referências mais adequadas para a especialidade de dermatologia, a redução na execução de procedimentos desnecessários, o que predispõe uma menor morbilidade e um melhor prognóstico para os doentes, e tudo isto a um menor custo para o sistema de saúde. (24)

Apesar de haver o receio de que a IA possa substituir o trabalho realizado pelo dermatologista,

o diagnóstico auxiliado por IA muito provavelmente irá realçar e aperfeiçoar o trabalho deste médico, em vez de o substituir. (25)

Isto é de particular relevância, já que a combinação de inteligência artificial e humana demonstrou ser superior aos resultados individuais quer de dermatologistas quer da RNC. (13)

CONCLUSÃO

A IA é uma realidade que, embora bastante próxima e palpável, demonstra ainda inúmeras reservas no que toca à área da medicina, particularmente na especialidade de dermatologia e, como relatado nesta revisão, no diagnóstico de lesões cutâneas malignas como o MC.

Porém, a meu ver, é de todo o interesse da comunidade médica e dos doentes que se invista nesta área e mais avanços sejam alcançados, com o intuito de ultrapassar as restrições que têm vindo a surgir, já que nos estudos elaborados até agora foi possível ter noção do quão útil a IA pode ser como ferramenta auxiliar do médico dermatologista.

Na verdade, este tipo de tecnologia pode vir a constituir o tão aguardado mecanismo para a diminuição da mortalidade causada por lesões detetadas tardiamente ou na redução da morbilidade associada à realização de biópsias que se revelam desnecessárias.

Embora haja médicos que permanecem céticos, e que demonstram algum receio que a IA venha a substituir o seu papel, há que ter em conta que a medicina está em constante evolução e muitas ferramentas que se encontram atualmente ao nosso dispor, também em algum momento podem ter constituído uma ameaça aos seus contemporâneos.

Assim, deve-se encarar a IA não como algo intimidante, mas sim como um profícuo instrumento que permite promover o mais importante para um médico, a saúde e bem-estar do seu doente.

Em suma, enquanto a IA se encaminha para constituir um ponto de viragem na dermatologia, mais especificamente no diagnóstico do MC, muitos estudos necessitam ainda de ser realizados de modo a ultrapassar as limitações atuais deste tipo de tecnologia.

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar à minha mãe, que sendo um exemplo de humildade e trabalho, constitui para mim uma fonte de inspiração, principalmente por me ensinar que com muito esforço e persistência conseguimos ultrapassar todos os obstáculos que possam aparecer, e também por me guiar e auxiliar em todos os momentos.

À minha madrinha, por sempre estar do meu lado, e me dar a confiança necessária para realizar este e todos os trabalhos que me venham a surgir no futuro.

À minha restante família, amigos e colegas, sem os quais não seria quem sou hoje e com os quais fui aprendendo muitas lições de vida.

Agradeço, por fim, ao meu orientador, Professor Doutor Ricardo José David Costa Vieira, pela sua ajuda e sem o qual este trabalho não poderia ter sido realizado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Fink C, Haenssle HA. Non-invasive tools for the diagnosis of cutaneous melanoma. *Ski Res Technol*. 2017;23(3):261–71.
2. Cui X, Wei R, Gong L, Qi R, Zhao Z, Chen H, et al. Assessing the effectiveness of artificial intelligence methods for melanoma: A retrospective review. *J Am Acad Dermatol* [Internet]. 2019;81(5):1176–80. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jaad.2019.06.042>
3. Corneli P, Zalaudek I, Magaton Rizzi G, di Meo N. Improving the early diagnosis of early nodular melanoma: can we do better? *Expert Rev Anticancer Ther* [Internet]. 2018;18(10):1007–12. Available from: <https://doi.org/10.1080/14737140.2018.1507822>
4. Bakos RM, Blumetti TP, Roldán-Marín R, Salerni G. Noninvasive Imaging Tools in the Diagnosis and Treatment of Skin Cancers. *Am J Clin Dermatol* [Internet]. 2018;19(s1):3–14. Available from: <https://doi.org/10.1007/s40257-018-0367-4>
5. Rebelo Gomes I, Cardoso JC, Tellechea Ó. Acuidade Diagnóstica da Dermatoscopia em Lesões Melanocíticas: Estudo Retrospectivo com Correlação Histológica. *J Port Soc Dermatology Venereol* [Internet]. 2018 Apr 5;76(1):37–46. Available from: <https://revista.spdv.com.pt/index.php/spdv/article/view/857>
6. Haroon A, Shafi S, Rao BK. Using Reflectance Confocal Microscopy in Skin Cancer Diagnosis. *Dermatol Clin* [Internet]. 2017;35(4):457–64. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.det.2017.06.007>
7. Wolner ZJ, Yélamos O, Liopyris K, Rogers T, Marchetti MA, Marghoob AA. Enhancing Skin Cancer Diagnosis with Dermoscopy. *Dermatol Clin* [Internet]. 2017;35(4):417–37. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.det.2017.06.003>
8. Chappuis P, Duru G, Marchal O, Girier P, Dalle S, Thomas L. Dermoscopy, a useful tool for general practitioners in melanoma screening: a nationwide survey. *Br J Dermatol*. 2016;175(4):744–50.
9. Hamet P, Tremblay J. Artificial intelligence in medicine. *Metabolism* [Internet]. 2017;69:S36–40. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.metabol.2017.01.011>
10. Anwar SM, Majid M, Qayyum A, Awais M, Alnowami M, Khan MK. Medical Image Analysis using Convolutional Neural Networks: A Review. *J Med Syst* [Internet]. 2018 Nov 8;42(11):226. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/s10916-018-1088-1>
11. Esteva A, Kuprel B, Novoa RA, Ko J, Swetter SM, Blau HM, et al. Dermatologist-level classification of skin cancer with deep neural networks. *Nature* [Internet]. 2017;542(7639):115–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1038/nature21056>

12. Fogel AL, Kvedar JC. Artificial intelligence powers digital medicine. *NPJ Digit Med*. 2018;1(1):3–6.
13. Sondermann W, Utikal JS, Enk AH, Schadendorf D, Klode J, Hauschild A, et al. Prediction of melanoma evolution in melanocytic nevi via artificial intelligence: A call for prospective data. *Eur J Cancer*. 2019;119:30–4.
14. Phillips M, Marsden H, Jaffe W, Matin RN, Wali GN, Greenhalgh J, et al. Assessment of Accuracy of an Artificial Intelligence Algorithm to Detect Melanoma in Images of Skin Lesions. *JAMA Netw open*. 2019;2(10):e1913436.
15. Haenssle HA, Fink C, Schneiderbauer R, Toberer F, Buhl T, Blum A, et al. Man against machine: diagnostic performance of a deep learning convolutional neural network for dermoscopic melanoma recognition in comparison to 58 dermatologists. *Ann Oncol* [Internet]. 2018 Aug;29(8):1836–42. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0923753419341055>
16. Welzel J, Schuh S. Noninvasive diagnosis in dermatology. *JDDG - J Ger Soc Dermatology*. 2017;15(10):999–1016.
17. Weber P, Tschandl P, Sinz C, Kittler H. Dermatoscopy of Neoplastic Skin Lesions: Recent Advances, Updates, and Revisions. *Curr Treat Options Oncol*. 2018;19(11):56.
18. Phillips M, Greenhalgh J, Marsden H, Palamaras I. Detection of Malignant Melanoma Using Artificial Intelligence: An Observational Study of Diagnostic Accuracy. *Dermatol Pract Concept*. 2019;10(1):e2020011.
19. Aractingi S, Pellacani G. Computational neural network in melanocytic lesions diagnosis: artificial intelligence to improve diagnosis in dermatology? *Eur J Dermatology*. 2019;29(1):4–7.
20. Hogarty DT, Su JC, Phan K, Attia M, Hossny M, Nahavandi S, et al. Artificial Intelligence in Dermatology—Where We Are and the Way to the Future: A Review. *Am J Clin Dermatol* [Internet]. 2020;21(1):41–7. Available from: <https://doi.org/10.1007/s40257-019-00462-6>
21. Miller DD, Brown EW. Artificial Intelligence in Medical Practice: The Question to the Answer? *Am J Med* [Internet]. 2018;131(2):129–33. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.amjmed.2017.10.035>
22. Obermeyer Z, Emanuel EJ. Predicting the future-big data, machine learning, and clinical medicine. Vol. 375, *New England Journal of Medicine*. 2016. p. 1216–9.
23. Char DS, Shah NH, Magnus D. Implementing machine learning in health care - addressing ethical challenges. Vol. 378, *New England Journal of Medicine*. 2018. p. 981–3.

24. Mar VJ, Soyer HP. Artificial intelligence for melanoma diagnosis: how can we deliver on the promise? *Ann Oncol* [Internet]. 2019 Dec;30(12):e1–3. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0923753420325448>
25. Dick V, Sinz C, Mittlböck M, Kittler H, Tschandl P. Accuracy of Computer-Aided Diagnosis of Melanoma: A Meta-analysis. *JAMA Dermatology*. 2019;155(11):1291–9.
26. Lallas A, Argenziano G. Artificial intelligence and melanoma diagnosis: ignoring human nature may lead to false predictions. *Dermatol Pract Concept*. 2018;8(4):249–51.