Diabetes e Tecnologia: Perspectivas Sobre Uma Revolução

Diabetes and Technology: Perspectives on a Revolution

P. Melo¹, C. Esteves², Grupo de Estudos de Tecnologias Avançadas em Diabetes da Sociedade Portuguesa de Diabetologia

1 – Serviço de Endocrinologia – Hospital Pedro Hispano – ULS de Matosinhos, Unidade de Obesidade - Instituto CUF Porto, Portugal.

2 – Grupo Luz Saúde, Portugal.

> INTRODUÇÃO

A Diabetes é uma das principais doenças a afetar a população mundial na atualidade e as projecções apontam para o agravamento da situação nas próximas décadas. No entanto, se o panorama epidemiológico parece sombrio, as perspectivas para abordagem e tratamento desta patologia, mas também para a sua prevenção, assumem uma tonalidade bem distinta. Sendo certo que a evolução da tecnologia médica pressupõe geralmente um alargamento do leque de opções de intervenção, a realidade atual e as expectativas para o futuro próximo traduzem uma progressão muito acelerada que irá revolucionar a forma como atuamos nesta doença. Novas formas de monitorização e de tratamento estão já a ter impacto na prática clínica e na vivência da pessoa com Diabetes.

> MONITORIZAÇÃO CONTÍNUA DA GLICOSE – A CONCRETIZAÇÃO DE UM OBJECTIVO

A Monitorização Contínua da Glicose (MCG) era um objectivo há muito perseguido mas que invariavelmente colidia com limitações técnicas que comprometiam a sua exequibilidade. Há décadas que várias soluções vinham sendo propostas, mas só mais recentemente estas soluções se concretizaram de forma fiável e eficaz, e têm vindo a alterar profundamente a nossa compreensão e abordagem da Diabetes.

A obtenção contínua ou quase contínua de valores indicativos da glicemia representa um manancial de informa-

ção fundamental, que nos permite em tempo real (ou quase) adoptar as medidas necessárias a um melhor controlo da glicemia. É incomparável a dimensão destes dados com os correspondentes às glicemias obtidas por punção capilar. Sendo certo que a glicemia capilar fornece valores de grande relevância, estando indicada em determinados contextos clínicos, a verdade é que a aferição das terapêuticas, sobretudo das mais intensivas, com os escassos valores obtidos ao longo de um dia, consistia num exercício de abstracção e submetia os doentes a um número significativo de picadas, com o consequente desconforto e compromisso da qualidade de vida.

O conceito de um sensor aplicado na pele ou implantado, ainda que ligeiramente invasivo e/ou tendo algum impacto estético, foi entusiasticamente acolhido pelos doentes, sendo também reconhecido como uma inequívoca mais-valia pelos profissionais de saúde. A vasta quantidade de dados gerada pela MCG permite compreender melhor as oscilações glicémicas e os seus determinantes, os efeitos da carga glicémica nos tecidos, e as melhores intervenções para atenuar o impacto da Diabetes na pessoa afectada, nomeadamente na ocorrência de descompensações agudas e no surgimento e agravamento das complicações micro e macrovasculares. Inicialmente proposta para os doentes sob tratamento insulínico intensivo, sobretudo com Diabetes *mellitus* tipo 1, a MCG tem vindo a ser equacionada como um elemento com potencial interesse e aplicabilidade em alguns doentes com esquemas menos intensivos, nomeadamente no contexto da diabetes *mellitus* tipo 2.

> DISPOSITIVOS DE INFUSÃO SUBCUTÂNEA CONTÍNUA DE INSULINA – EVOLUÇÃO EM PASSOS FIRMES

Os dispositivos de Perfusão Subcutânea Contínua de Insulina (PSCI) têm também registado um progresso notável na última década. A evolução nesta área tem sido

CORRESPONDÊNCIA/CORRESPONDENCE

Pedro Melo

Móvel/Mobile: +351 911 959 658

E-mail: pedrocarneiro.melo@ulsm.min-saude.pt

incremental e acelerada, baseada em passos claros e consistentes, de forma a garantir a fiabilidade, aplicabilidade e segurança desta tecnologia.

Equipamentos mais avançados, como os sistemas fechados (*closed-loop*) e o pâncreas artificial, surgem já como realidades que, não sendo de utilização generalizada, se encontram em diversas fases de aplicação clínica, com evidente êxito terapêutico e com grande receptividade por parte dos doentes, que neles reconhecem os atributos revolucionários essenciais para a redução do fardo da doença. Estes sistemas mais avançados são, em si, o resultado de um dos mais importantes conceitos associados às novas tecnologias: a integração de dados e equipamentos. A convergência para sistemas automatizados de administração de insulina só é possível com esta integração dos valores obtidos na monitorização da glicose com os dados da administração da insulina (e outras hormonas, eventualmente) e, idealmente, com outros dados relevantes como a ingestão de alimentos ou a actividade física.

Apesar da administração subcutânea de insulina não corresponder a uma via fisiológica de disponibilização desta hormona, o certo é que o desenvolvimento dos equipamentos e dos sistemas de administração, a par da otimização dos algoritmos de leitura dos níveis de glicose e de disponibilização de insulina, têm proporcionado soluções que se revelam práticas e efetivas.

Neste domínio há que considerar que algumas áreas são passíveis de crescente miniaturização, como os processadores/circuitos electrónicos, enquanto outras beneficiam de desenvolvimento exponencial, como é o caso dos algoritmos e dos sistemas de inteligência artificial, mas outros há que se encontram mais limitados na sua evolução pela sua circunstância física, como sejam os reservatórios e os sistemas de administração.

Num plano tecnológico intermédio serão de referir as vantagens de dispositivos como as *smartpens* (com ligação directa de dados para sistemas de registo), que representam um passo simples no sentido da atenuação do impacto da doença e do seu tratamento, de alguma forma reduzindo o desgaste para o doente e aumentando a qualidade e relevância dos dados registados.

> TORNAR A INFORMAÇÃO SEGURA, ÚTIL E ACES-SÍVEL

Aos dados disponibilizados pelos sistemas formais de monitorização e tratamento (como a MCG e a PSCI) poderemos juntar outros meios de captura de dados, nomeadamente os resultantes de dispositivos cada vez mais generalizados como os *smartwatches* e outros

wearables, que atualmente já proporcionam informações referentes a frequência/ritmo cardíaco, saturação de oxigénio, temperatura, movimentação/velocidade, localização, etc, sendo ainda de esperar desenvolvimentos nas aplicações e equipamentos para registo automático da alimentação.

O desafio passa igualmente pela integração destes dados, tornando-os efetivamente úteis. Para tal poderão dar o seu contributo as plataformas *online* de agregação, processamento e gestão de dados, com inclusão destas informações no processo clínico electrónico, de forma segura e acessível, sem sobrecarregar os sistemas informáticos ou os profissionais envolvidos.

A gestão da informação implica igualmente a existência de padrões comuns e de interoperabilidade que permitam que a mesma possa ser obtida e utilizada por vários sistemas e equipamentos, os quais podem ter diferentes origens. Graças a esta interoperabilidade, alicerçada em protocolos bem definidos, diversos fabricantes e fornecedores de serviços desmaterializados poderão disponibilizar um conjunto de soluções tendencialmente mais abrangentes, diversificadas e até comercialmente mais competitivas. Acresce ainda o facto de que a definição de padrões e protocolos contribuirá para a portabilidade de dados e para o alargamento potencial da esfera assistencial aos sistemas de saúde de outros países, nomeadamente no caso de cuidados de saúde transfronteiriços dentro da União Europeia.

Para além do plano individual, a organização e o processamento deste enorme (e exponencialmente crescente) manancial de dados, eventualmente disponíveis em vastos conjuntos de dados, *data-lakes*, poderão dar um extraordinário contributo para uma melhor compreensão da doença e do seu contexto. Hoje fala-se cada vez mais de *Big Data* e da mudança que toda esta informação pode proporcionar em inúmeros domínios da nossa vida. No fundo esta mudança já está a ocorrer em múltiplas vertentes da nossa realidade, e a Diabetes é uma das áreas que mais poderá beneficiar.

> VISUALIZAR A INFORMAÇÃO: IMAGENS QUE VALEM MAIS QUE MIL VALORES

Naturalmente que não basta dispor dos dados, há que torná-los úteis para modificação de tratamentos e comportamentos. Sempre que se pretenda uma interface humana para apresentação da informação obtida diretamente (p. ex. valores de glicose) ou através da análise de dados, importa dispor de formas claras e relativamente simples, idealmente padronizadas, que permitam aos profissionais e aos doentes (ou cuidadores) uma

visão geral e de pormenor do seu controlo glicémico e dos principais elementos que o possam condicionar.

Um exemplo é o perfil ambulatorio de glicose (*Ambulatory Glucose Profile – AGP*) que tem ganho reconhecimento como forma preferencial e padronizada de reportar estes dados.

O AGP tem vindo a evoluir no sentido da exposição informativa dos aspectos mais relevantes do controlo dos níveis de glicose e dos principais elementos modeladores, nomeadamente a administração de insulina e a ingestão de alimentos (sobretudo de hidratos de carbono). De referir que muitos dos sistemas atualmente existentes proporcionam resultados de um nível adicional de processamento de informação, ao fornecer indicações práticas de análise específica e sugestões de intervenção baseadas nos elementos recolhidos.

> DO DESAFIO PARA AS EMPRESAS AO DIY

A indústria assume aqui com um papel fundamental como fornecedor de soluções e motor de inovação. A par de alguma indústria mais 'convencional' de desenvolvimento e comercialização de dispositivos médicos, expande-se o espaço para indústrias (ainda mais) inovadoras, nomeadamente na área tecnológica, que poderão proporcionar novas formas de interacção recorrendo a sistemas de inteligência artificial (incluindo *deep-learning* e *machine learning*) que otimizem a interpretação dos dados, o tratamento da Diabetes e até nos forneçam importantes pistas para um melhor conhecimento da doença.

É sabido que as empresas que atuam na área dos dispositivos médicos são naturalmente sujeitas a um conjunto de regras e regulamentações que condicionam a criatividade e a velocidade com que os produtos chegam ao mercado. Nesta área os riscos são elevados e podem facilmente desequilibrar as recompensas, pelo que, compreensivelmente, as empresas apostam em produtos com melhorias incrementais e sujeitam-se a exigentes (e longos) programas de investigação e desenvolvimento. Por seu lado, as autoridades reguladoras exigem estudos alargados e avaliações minuciosas antes de concederem a aprovação, sendo que a morosidade destes processos contrasta com o ritmo de inovação que o setor tecnológico tem demonstrado.

As soluções DIY (*Do It Yourself*) surgem como a resposta espontânea de pessoas afectadas pela Diabetes, directa ou indirectamente, às dificuldades, limitações e demoras na disponibilização de soluções tecnológicas. Assumindo um conjunto de riscos nem sempre definível, doentes e cuidadores avançam com respostas alternati-

vas para muitos dos problemas sentidos na vivência da doença, interligando dispositivos e sistemas, tentando melhorar o controlo e a qualidade de vida. A heterogeneidade e a natureza não-convencional destas abordagens tornam o DIY uma área de fronteira complexa na sua análise e utilização, bem como na clarificação da atitude a adoptar pelos profissionais de saúde.

> A TELEMEDICINA E TELESSAÚDE – UMA VIRTUALIDADE REAL

O mundo está *online*. A nossa saúde também e cada vez mais. A Pandemia de Covid-19 veio acelerar o passo de uma transição inevitável. Numa sociedade fisicamente distanciada, a virtualização de contactos e de intervenções veio proporcionar cuidados de saúde fundamentais que, de outra forma, não poderiam ser prestados ou sê-lo-iam com importantes riscos adicionais.

Profissionais de saúde, doentes, cuidadores, instituições, empresas e a sociedade em geral tornaram-se muito mais receptivos à telessaúde, uma dimensão assistencial há muito equacionada e aplicada em algumas circunstâncias, mas que anteriormente se deparava com diversas barreiras práticas e com reticências por parte de muitos intervenientes.

Hoje em dia a telessaúde é uma realidade consagrada: uma receita sem papel é algo banal e uma teleconsulta já não enfrenta a mesma estranheza inquiridora como ocorria há um par de anos. Outro domínio em franca evolução é a telemonitorização, que permite o acompanhamento de doentes à distância em formatos mais ou menos interventivos, por vezes até em tempo real, facilitando a implementação de modalidades assistenciais como a designada 'hospitalização domiciliária' e abrindo a porta a modelos mais abrangentes de acompanhamento da doença crónica.

> DADOS, DIREITOS E CIBERSEGURANÇA

Todos estes sistemas geram enormes quantidades de informação, incluindo dados clínicos importantes que requerem a devida protecção contra perdas, degradação e acesso indevido. Tal implica, para além de circuitos e sistemas seguros, a existência de legislação específica que incida sobre a gestão da informação nas suas vertentes de obtenção, análise, integração, armazenamento, acesso e até de propriedade.

De um modo geral, a segurança e a fiabilidade são aspectos fundamentais em qualquer dispositivo médico, pelo que, como já foi referido, os próprios circuitos de desenvolvimento, aprovação e comercialização com-

portam elevados graus de complexidade e morosidade. Neste contexto a cibersegurança assume especial relevo dados os riscos de interferência nestas tecnologias e a potencial gravidade que pode advir de uma disfunção fortuita (p. ex. por interferências electromagnéticas) ou propositada (p. ex. *hacking*). É fácil de entender que a perda de dados pode constituir um grave problema para a saúde de doentes, como ficou evidente em casos de ciberpirataria com recurso a *ransomware* que atingiram vários hospitais nos últimos anos. No entanto, e quando recorremos a tecnologias complexas e interligadas, sobretudo quando esta ligação se faz *online*, temos que considerar os riscos associados ao efeito cinético, nomeadamente a possibilidade de interferência com o normal funcionamento de dispositivos como os que administram insulina.

> UM NOVO PARADIGMA ASSISTENCIAL?

O que é mais saliente nesta breve visão de algumas 'novas' tecnologias aplicadas à Diabetes é que estas possuem já um elevado grau de desenvolvimento e aplicação, não sendo aparentes barreiras intransponíveis à sua utilização mais integrada, automatizada e disseminada. Daqui poderá resultar um novo paradigma assistencial em que a distância física não impede a prestação de cuidados cada vez mais alargados e diferenciados, em que a intermitência de contactos programados dá lugar à possibilidade de telemonitorização, com maior ou menor intensidade, e às possibilidades de contactos mais frequentes por iniciativa dos próprios doentes ou cuidadores.

Na prática muito disto já ocorria informalmente em diversos contextos, mas as novas tecnologias vieram reforçar o papel destas alternativas de contacto no nosso quotidiano. A evolução tenderá a promover uma abordagem da Diabetes que poderá passar por modelos híbridos em que, a par dos cuidados médicos presenciais 'convencionais', dispomos da possibilidade complementar de cuidados não-presenciais, proporcionando mais oportunidades aos doentes e cuidadores.

> O FARDÃO DA TRANSIÇÃO E DA VIGILÂNCIA CONSTANTE

Sendo reconhecido que as novas tecnologias se traduzem em claros benefícios para os doentes, há que ter em conta que também podem, pelo menos nos seus passos intermédios, aumentar o fardo da Diabetes. Tomemos como exemplo a MCG. Com a monitorização contínua a pessoa com diabetes está permanentemente

confrontada com a doença. Embora seja óbvio que a Diabetes é um problema permanente na pessoa afectada, poderá gerar desgaste adicional quando se está submetido a sistemas que continuamente nos podem chamar a atenção para os níveis de glicose – a 'fadiga de alarmes' é um exemplo conhecido, nesta e noutras áreas...

Enquanto não forem disponibilizados em larga escala dispositivos e algoritmos de análise mais completos, que integrem outros dados relevantes para o controlo glicémico e permitam uma gestão mais automatizada, a dimensão e pormenor dos dados fornecidos pelos sistemas de MCG pode ainda constituir uma sobrecarga para os doentes, ainda que de tal resulte melhor cuidado efectivo, menos morbilidades e potencialmente menor mortalidade.

O caminho passa pela crescente simplificação e automatização, limitando a obrigatoriedade de participação do doente neste nível de vigilância e controlo.

Outra questão que nos devemos colocar, ainda que num plano algo diferente, é se estaremos preparados para uma vida de monitorização constante. Quantos mais sensores e equipamentos, quanto mais informação e interligação, quanto mais automação e virtualização, mais nos aproximamos de uma realidade que pode ter laivos de distopia. Cada vez mais a pessoa com Diabetes pode sentir-se num mundo de permanente vigilância por outrem e de perda de privacidade. Mas, num plano mais geral e de certa forma, não estaremos todos já nesse mundo? Seja esta situação real ou apenas percepcionada, importa também criar aqui as condições adequadas ao respeito pelas liberdades e direitos, proporcionando melhores cuidados sem infringir aspectos fundamentais da vida humana.

> ACESSIBILIDADE, CUSTOS E INCLUSÃO

A tecnologia tem custos e a tecnologia avançada tende a ter custos mais elevados. Estes custos terão de ser suportados pelas entidades financiadoras, públicas ou privadas, e pelos doentes e respectivas famílias, dependendo do modelo adoptado. São custos que serão facilmente compensados pelos benefícios na melhoria da qualidade de vida e na redução de comorbilidades e complicações e, espera-se, na redução da mortalidade dependente da Diabetes. Parece ser claramente um bom investimento.

No entanto o progresso tecnológico pode, também aqui, gerar potenciais iniquidades, caso agrave o fosso entre os que podem ter acesso e os que acabam excluídos por falta de capacidade financeira, por desconheci-

mento ou por falta de aptidões para o seu adequado aproveitamento. Assim, terá de ser feito um esforço de inclusão e de alargamento da acessibilidade, proporcionando estas 'novas' tecnologia ao maior número de pessoas com Diabetes que delas possam beneficiar. Temos de salientar que a comparticipação de sistemas de MCG para doentes sob insulino-terapia intensiva pelo Serviço Nacional de Saúde, a par do alargamento do programa de dispositivos de PSCI, veio contribuir para 'democratizar' o seu acesso e representam passos muito importantes para a melhoria do tratamento e da qualidade de vida destes doentes.

Com as novas tecnologias estamos perante uma revolução na Medicina, mas porventura não nos apercebemos da magnitude, rapidez e impacto da mesma. Durante milhares de anos o acto de cuidar foi fundamentalmente presencial, de proximidade, de interacção e de toque, numa dimensão de contacto pessoal e de tangibilidade. Também na Diabetes o desafio é o de explorar novos caminhos, expandir a capacidade de criar saúde, de completar o cuidar, de melhorar a vida, sem perder essa vertente intrinsecamente humana da Medicina. <

Conflito de interesses/Conflict of interests:

PM – palestrante em eventos (Abbott, Lifescan), participante em painéis de especialistas (Abbott, Lifescan), recebeu apoio para formação (Abbott, Lifescan). CE – participação em Advisory Board (Lilly), recebeu honorários por palestras (Abbott), apoio para formação (Abbott, Lilly)/PM – *speaker at events (Abbott, Lifescan), participant in expert panels (Abbott, Lifescan), received training support (Abbott, Lifescan). CE – participation in Advisory Board (Lilly), received lectures (Abbott), training support (Abbott, Lilly).*

Patrocínios/Sponsorships:

Os autores declaram que não tiveram patrocínios para a realização deste trabalho/*The authors declare that they had no sponsorships for this work.*