



FISIOLOGIA DO EXERCÍCIO

CURSO: EDUCAÇÃO FÍSICA

PROF.^o. CÉSAR RICARDO LAMP

EXPLICAÇÕES DA RESPOSTA GLICÊMICA (ÍNDICE GLICÊMICO)

INTRODUÇÃO

Os alimentos energéticos como carboidratos, gorduras e proteínas podem ser oxidados nas células e neste processo uma grande quantidade de energia será liberada. Essa energia derivada da oxidação é usada para converter o difosfato de adenosina (ADP) em trifosfato de adenosina (ATP), que é largamente utilizada por nosso organismo: no transporte ativo através das membranas biológicas, nas diversas reações de síntese de moléculas essenciais para nosso sistema biológico, na contração muscular, no impulso nervoso e em muitas outras funções primordiais para a manutenção da homeostase.

A regulação do metabolismo da glicose (carboidrato) é feita por dois hormônios peptídicos secretados pelo pâncreas, a insulina e o glucagon. As células endócrinas do pâncreas estão em aglomerados, chamados ilhotas de Langerhans. Existem, aproximadamente, um milhão dessas ilhotas neste órgão, cada uma contendo perto de 2.500 células.

A insulina, liberada sempre em estado alimentado, é chamada de hormônio hipoglicemiante, pois quando a glicose é absorvida pelo intestino, a insulina garante que esse nutriente seja armazenado como glicogênio no fígado e no músculo esquelético e como lipídio (quando em excesso) no tecido adiposo. Estas formas de armazenamento podem se tornar disponíveis durante os períodos de jejum. A insulina provoca diminuição da concentração sanguínea de glicose, limitando o aumento sanguíneo desta após a ingestão de carboidratos.

O resultado da ação hipoglicemiante da insulina são respostas que estimulam a oxidação da glicose e inibem a gliconeogênese. Essas ações são coordenadas e simultâneas. Nelas, a insulina promove a glicogênese a partir da glicose (no fígado e no músculo esquelético) e inibe a glicogenólise, além de inibir a gliconeogênese e também aumentar o transporte de glicose para as células (músculo esquelético e tecido adiposo) com auxílio de transportadores de glicose (GLUT) nas membranas celulares.

O outro hormônio sintetizado e secretado pelas células das ilhotas de Langerhans é o glucagon. Ao contrário da insulina, ele é liberado sempre nos períodos de jejum, e é considerado o hormônio hiperglicemiante, pois promove a utilização das reservas e não o armazenamento, como a insulina. As ações do glucagon são para aumentar e manter a concentração sanguínea de glicose. O principal sinal regulatório da secreção do glucagon e da insulina é o nível de glicemia, sendo que predomina a liberação de glucagon em momentos de diminuição de glicose sanguínea, enquanto há uma maior liberação de insulina quando a glicemia aumenta.

Os carboidratos são representados pelos açúcares e amido e são nutrientes que são fontes de energia. Eles são compostos de carbono, hidrogênio e oxigênio, e são classificados quanto ao tamanho de sua molécula como carboidratos simples e carboidratos complexos. Os simples são representados pelos monossacarídeos e os dissacarídeos, sendo que os monossacarídeos podem ser aldoses ou cetoses (como

exemplo, temos a frutose, a galactose e a glicose), enquanto que os dissacarídeos são açúcares duplos, que são quebrados, por hidrólise (por exemplo, a lactose e a maltose). Os carboidratos simples são digeridos e absorvidos rapidamente, produzindo um aumento súbito da taxa de glicose no sangue (causam pico hiperglicêmico). Exemplos de alimentos que são fontes de carboidratos simples: frutas, mel, xarope de milho, leite e derivados, açúcares e doces em geral. Os polissacarídeos (dezenas ou centenas de monossacarídeos unidos) são considerados os carboidratos complexos, sendo o amido e glicogênio exemplos clássicos de carboidratos complexos. Para serem aproveitados pelo organismo, devido ao tamanho de sua molécula, são quebrados pelas enzimas digestivas no intestino e absorvidos lentamente, ocasionando aumento pequeno e gradual da glicemia. Exemplos de alimentos fontes de carboidratos deste grupo: arroz, aveia, milho, trigo, pão, biscoitos, batata, massa e fibras. Os carboidratos simples, ao contrário dos complexos, são os que possuem absorção intestinal mais rápida, fornecendo ao organismo uma forma de energia também mais rápida, pois não necessitam sofrer qualquer alteração para serem absorvidos pelo organismo, não podendo ser quebrados em unidades menores. A glicose, a frutose e a galactose são os produtos finais da digestão dos carboidratos, sendo a glicose o produto majoritário, representado 80% destes produtos. Após a absorção intestinal, grande parte da frutose e da galactose é convertida em glicose, sendo esta a via final comum para o transporte da maioria dos carboidratos para as células.

Em 1981, Jenkins e colaboradores propuseram um novo sistema de se classificar os carboidratos através da resposta glicêmica ou do índice glicêmico (Tabela 1). Os vários alimentos que são fontes de carboidrato levam a diferentes respostas glicêmicas e o índice glicêmico consiste em uma escala de resposta glicêmica a uma quantidade fixa de carboidrato (50g), em comparação a um alimento padrão (que pode ser a glicose ou o pão branco). De maneira geral, os fatores que influenciam na resposta glicêmica são: o tipo de amido, a presença de fibras, o nível do processamento do alimento, a quantidade de monossacarídeos (frutose, galactose), a cocção ou o processamento, o tamanho das partículas, a presença de fatores antinutricionais (fitatos) e a proporção de macronutrientes (proteína e gordura). São considerados alimentos de alto índice glicêmico (> 85), alimentos de moderado índice glicêmico (60-85) e a alimentos de baixo índice glicêmico (< 60).

Tabela 1: Exemplos de índices glicêmicos de vários alimentos

Iogurte s/sacarose (27)	Ervilhas (68)	Chocolate (84)
Frutose (32)	Arroz parboilizado (68)	Bolos (87)
Lentilhas (38)	Feijão cozido (69)	Sacarose (87)
Leite integral (39)	Suco de laranja (74)	Biscoitos (90)
Leite desnatado (46)	Batata doce (77)	Farinha de trigo (99)
Maçã (52)	Aveia (78)	Pão branco (100)
Suco de maçã (58)	Arroz integral (79)	Mel (104)
Espaguete (59)	Arroz branco (81)	Batata frita (107)
Laranja (62)	Banana (83)	Batata cozida (121)
Lactose (65)	Sorvete (84)	Glicose (138)

Conforme é sabido, uma das principais patologias relacionadas com o nível de glicose no sangue envolvendo a insulina é os diabetes mellitus. Existem duas formas dessa doença: a diabetes do tipo 1, em que o organismo deixa de produzir insulina, e o tipo 2, em que ocorre diminuição da produção de insulina pelo mau funcionamento do pâncreas ou resistência à insulina nos tecidos-alvo. Segundo a Sociedade Brasileira de Diabetes (2008), a concentração de glicose no sangue num indivíduo normal em jejum de 8 a 12 horas deve ficar entre 70-99mg/dl e inferior a 140mg/dL, 2h após sobrecarga

com glicose. A glicemia de indivíduo em jejum entre 100-125mg/ dL é sugestiva de tolerância reduzida à glicose. É um resultado sugestivo de diabetes indivíduo com glicemia em jejum igualou acima de 126mg/ di ou quando a glicemia aleatória (casual) estiver acima de 200mg/ di (na presença de sintomas). No entanto, para que se possa diagnosticar com precisão, o médico deve ser consultado.

Em decorrência disso, várias consequências metabólicas ocorrem, gerando distúrbios no metabolismo lipídico, protéico e nos próprios carboidratos. Os principais sintomas do diabetes (tanto 1 quanto 2) são: o aumento da glicemia, o aumento da sede, diurese frequente, formigamento nas mãos e pés, dormências, infecções repetidas na pele ou mucosas, dificuldade de cicatrização e outros.

Deste modo, os objetivos desta aula são demonstrar aos alunos o que ocorre na glicemia de indivíduos normais, antes e após ingestão de diferentes tipos de carboidratos, definindo índice glicêmico, pico hiperglicêmico e relacionar estes parâmetros com a insulina, o glucagon e a diabetes mellitus.

DISCUSSÃO

Espera-se que ocorra um aumento da glicemia dos indivíduos após a ingestão dos alimentos. O nível e a velocidade com que a glicemia deverá subir dependerão da quantidade e qualidade do alimento. Quanto mais complexo for o carboidrato (pão), mais lentamente se observará o aumento dos níveis de glicemia. O contrário ocorrerá com os alunos que se alimentarem dos carboidratos simples (suco com açúcar), pois são de fácil absorção, embora se observe que o efeito do aumento glicêmico se mantenha por mais tempo nos alunos que se alimentaram de carboidratos complexos.

Após a ingestão de pão integral a glicemia aumenta lentamente, devido à presença das fibras alimentares, que dificultam a absorção da glicose, impedindo que haja um pico hiperglicêmico. O efeito das fibras na redução da velocidade de absorção da glicose vem sendo atribuído tanto ao retardo do esvaziamento gástrico como em decorrência da absorção e interação destas com os nutrientes, fazendo com que o bolo alimentar seja absorvido mais lentamente pelo intestino delgado.

Conforme visto, o índice glicêmico representa a qualidade de uma quantidade fixa de carboidrato disponível de um determinado alimento, em relação a um alimento-controle, que normalmente é o pão branco ou a glicose. A partir daí, os carboidratos são classificados baseados em seu potencial em aumentar a glicose sanguínea. Assim, o índice glicêmico sinaliza a forma como o carboidrato é digerido, absorvido e utilizado. É importante lembrar que o organismo não absorve e digere todos os carboidratos na mesma velocidade. Com base nesse fato, é possível classificá-los: quanto mais rápido o seu ingresso, maior será a liberação de insulina pelo pâncreas, pois o organismo tenta equilibrar os níveis de glicose no sangue. Além disso, o índice glicêmico não depende se o carboidrato é simples ou complexo. Por exemplo, o amido do arroz e da batata tem alto índice glicêmico quando comparado com o açúcar simples (frutose) na maçã e no pêssego, os quais apresentam um baixo índice glicêmico. Este parâmetro pode ser testado em aula, quando um voluntário ingere uma fruta, comparada ao pão.

Ainda, se medirmos a glicemia do voluntário no tempo zero, logo após a ingestão de um doce ou de suco com açúcar, notaremos que o indivíduo teve sua glicemia diminuída em vez de aumentada, uma vez que são alimentos com alto índice glicêmico. Este pico hiperglicêmico gerado pelo alimento com alto índice glicêmico estimula uma grande secreção de insulina e inibe a secreção de glucagon. Com isso, tem-se uma exagerada resposta anabólica que inclui maior captação de nutrientes, glicogênese, lipogênese e supressão da gliconeogênese e lipólise, também resultando numa brusca queda da glicemia. É comprovado que fatores genéticos influenciam na resposta pós-prandial e que esta resposta é geralmente individual. No entanto, estudos demonstram que a hipoglicemia pós-prandial seguida de uma refeição de alto índice glicêmico pode

ser considerada uma regra. Isso também é observado quando um indivíduo se alimenta com carboidrato de alto índice glicêmico logo antes de fazer exercício. No início do exercício ocorre uma liberação de insulina que, somado ao efeito da liberação rápida de insulina pela ingestão de carboidrato de alto índice glicêmico, pode gerar hipoglicemia durante o exercício, mesmo em indivíduos alimentados. Ainda, é sabido que é contraindicado fazer exercício em jejum, pois o próprio mecanismo de contração muscular faz com que a glicose seja absorvida pelos músculos, mesmo na ausência de insulina, podendo ocorrer hipoglicemia.

É provável que, ao se prolongar o tempo de absorção do carboidrato, seja possível interferir na etiologia das doenças crônicas. Com a redução do índice glicêmico da dieta, ou ainda com a introdução de fibras na alimentação (por exemplo, os integrais) tem-se menor demanda insulínica, uma vez que não é gerado pico hiperglicêmico e, portanto, uma melhor manutenção da glicemia e redução da lipídemia. Caso o indivíduo continue ingerindo alimentos de alto índice glicêmico, seu organismo pode começar a adquirir resistência à insulina, uma vez que se começa a produzir uma quantidade maior de insulina cada vez que ocorre essa ingestão. Isto pode fazer com que os receptores de insulina não respondam adequadamente a esse hormônio, ao longo do tempo. Além disso, sugere-se que uma dieta com alto índice glicêmico estaria relacionada ao aumento na concentração pós-prandial tardia de ácidos graxos livres, produzindo maior resistência à insulina. Este mecanismo seria desencadeado pela hipersecreção de outros hormônios, tais como o cortisol, glucagon e hormônio do crescimento, em decorrência da hiperglicemia reacional promovida por uma dieta de alto índice glicêmico. Todos estes fatores, claramente, têm importante papel na prevenção e no tratamento das doenças crônicas como obesidade e diabetes do tipo 2.

Dietas com alto índice glicêmico geram hiperinsulinemia pós-prandial, e rapidamente a glicose sanguínea passa para o interior das células dependentes de insulina, o que promove a sensação de fome mais rapidamente no indivíduo, quando comparado com uma refeição de baixo índice glicêmico, que sabidamente promovem sensação de saciedade, prolongando o período de reincidência da fome e reduzindo o consumo calórico nas refeições subsequentes. Este efeito estaria relacionado à hiperinsulinemia e hipoglicemia reacional decorrente da hiperglicemia pós-prandial imediata após o consumo de uma refeição rica em carboidratos de rápida absorção. Ainda, a hiperinsulinemia promove maior captação tecidual de nutrientes e acúmulo no tecido adiposo em detrimento de seu uso, impulsionando o ganho de peso corporal. Dessa forma, dietas com elevados índices glicêmicos têm sido sugeridas como possível fator desencadeante da obesidade, considerada fator de risco no desenvolvimento de diversas doenças crônicas.

As recomendações dietéticas atuais não devem focar-se apenas na diminuição do consumo de gordura, mas na escolha do tipo de gordura e tipo de carboidrato, em que os carboidratos muito simples e refinados devem ser evitados para que a absorção e a digestão não sejam aceleradas, trazendo as consequências fisiológicas já descritas.

De maneira geral, precisamos estimular o consumo de vegetais, legumes, alimentos integrais e não refinados e limitar a ingestão de tubérculos, carboidratos refinados e açúcares simples. Como a composição da refeição - ou seja, a quantidade de fibras, proteínas e gorduras - interfere no índice glicêmico final, as refeições devem ser balanceadas, com a quantidade adequada de macronutrientes. As orientações e o fracionamento da dieta também são importantes.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA: RIBEIRO, L.R.; GUTIERREZ, L.L.P.; RABBO, M.P.S. Práticas em fisiologia e fisiologia do exercício. Porto Alegre: Sulina, 2009.