

***Laudo do perfil genético associado ao sobrepeso e à
obesidade, predisposição para o Diabetes tipo II e doenças
cardiovasculares***

Paciente 110789

Julho/2020

Boletim de Análise

Nome	Marcio Andrade Barreto		Profissional de Saúde	Marcelo Vanucci
CPF	281.888.008-48	Referência interna	GEM110789	Registro Leocádio CRBM 3047
			Data do Boletim	22/07/2020

1. Valores de Referência e Resultados

Gene Variação	Valores de Referência (Sem Mutações)	Resultado do Paciente	Aspectos Relacionados ao Gene e Fatores de Risco Associados	Sugestão de Condutas Dietéticas	Sugestão de Atividade Física
APOA5	AA	AA (Sem mutação)	Ausência de risco aumentado		
PPARγ	CC	CC (Sem mutação)	- Aumento de 3,4x para o risco de sobrepeso e obesidade quando sob dieta $\geq 30\%$ gord. Totais - Perda de peso normal quando sob dieta e exercício adequados; - Aumento do acúmulo de lípidios no tecido adiposo; - Aumento da resistência à Insulina - Aumento do risco para Diabetes Tipo 2	- Reduzir ingestão de gorduras saturadas - Aumentar ingestão de gorduras insaturadas ($P:S > 1$) Obs.: consumo de gordura insaturada deve ser maior que saturada	Adequar de acordo com a dieta do paciente

			• Redução do colesterol e da incidência de doenças cardiovasculares quando sob dieta P:S > 1 (Relação entre consumo de gordura polinsaturada sobre saturada maior que 1)
ADRB3	TT	TT (Sem mutação)	• Ausência de risco aumentado
MC4R (rs10871777)	AA	AA (Sem mutação)	• Ausência de risco aumentado
MC4R (rs12970134)	GG	GG (Sem mutação)	• Ausência de risco aumentado
FTO	TT	TT (Sem mutação)	• Ausência de risco aumentado

A utilidade clínica deste perfil genético é: auxiliar o médico ou profissional de saúde a individualizar o tratamento após o diagnóstico clínico de sobrepeso e obesidade. Desta maneira, o médico poderá adaptar a dieta, as atividades físicas ou o tratamento adequado para que o indivíduo gerencie o seu peso e comorbidades com mais eficiência.

Médico Responsável: Dr. Juarez Inácio CRM [SP] 206.787



Nathália Cagini
CRBM 17669

Técnica Responsável

A seguir, veja a interpretação dos resultados e a análise detalhada das variações genéticas.

2. Descrição da Técnica

A partir de uma amostra de sangue, seguem-se as seguintes técnicas laboratoriais:

- *PCR e Sequenciamento automático – Amplificação e análise das regiões de DNA associadas à obesidade, presentes nos genes PPAR γ , APOA5, ADRB3, MC4R e FTO.*

3. Considerações Iniciais

O teste traça um perfil genético associado ao sobrepeso e à obesidade, predisposição para o diabetes tipo II e doenças cardiovasculares. Este perfil auxilia o médico ou profissional de saúde a individualizar o tratamento após o diagnóstico clínico de sobrepeso e obesidade (ver informações ao final). Desta maneira, o médico ou profissional de saúde poderá adaptar a dieta, as atividades físicas ou o tratamento adequado para que o indivíduo gerencie o seu peso e comorbidades com mais eficiência.

As dicas de dieta e de atividades físicas fornecidas neste laudo são informações que devem ser utilizadas como base para um trabalho de tratamento mais completo e personalizado.

Além da intensidade do exercício físico, o tipo de substrato energético (carboidrato ou gordura) utilizado no treinamento depende de vários fatores individuais como: idade, sexo, estado nutricional, presença de patologias e condicionamento físico. Por isso, é essencial o acompanhamento de profissionais especializados.

*Este teste não tem a pretensão e nem a responsabilidade de ditar tratamentos ou condutas para o cliente/paciente. **Antes de qualquer intervenção** em seu estilo de vida com base neste estudo, consulte sempre o profissional de saúde especializado para cada objetivo a fim de assegurar a adoção da conduta mais segura e adequada para a sua condição de saúde.*

*A obesidade é uma patologia multifatorial e, por isso, recomenda-se uma abordagem multidisciplinar. **Consulte o seu médico especialista** sobre a melhor conduta sobre o tratamento de comorbidades associadas.*

4. Resultados e Interpretação das Variações Genéticas Deste Estudo

Gene APOA5

Gene	APOA5	Locus 11q23.3	SNP rs 662799
Resultado	Genótipo - AA Normal		

Qual o Papel do Gene APOA5 No Seu Organismo?

As apolipoproteínas (apoA) estão envolvidas no metabolismo das lipoproteínas auxiliando na solubilidade dos lípidios no plasma, ativando as enzimas e permitindo a captação pelos tecidos.

A apoA5 está envolvida diretamente no transporte e regulação da concentração de triglicérides (TG) do plasma.

As mutações deste gene têm maior impacto para o desenvolvimento de comorbidades associadas ao sobrepeso e à obesidade.

A **utilidade clínica** da genotipagem do gene APOA5 é analisar de maneira individualizada, as mutações deste gene no desenvolvimento de comorbidades associadas ao sobrepeso e à obesidade. Sendo assim, a presença do gene APOA5 mutado serve como sinal para o profissional de saúde tomar mais **atenção para o gerenciamento de possíveis doenças cardiovasculares**.

O Genótipo Normal e Qual Seu Impacto Na Saúde e no Gerenciamento do Seu Peso?

No seu caso você não apresenta mutações na variante rs 662799 do gene APOA5. Assim como a sua predisposição para ganho de peso associado às funções do gene APOA5 (variante rs 662799). A sua apolipoproteína A5 encontra-se com a sua estrutura e função fisiológica normais.

- **Dieta e Exercícios Físicos**

Procure um médico para uma adequação da sua dieta de acordo com as suas características físicas e estilo de vida. E, procure um fisiologista do exercício para adequar as suas atividades físicas.

Existem parâmetros que variam de indivíduo para indivíduo como idade, sexo, composição corporal e nível de condicionamento físico. Estas variáveis determinam o sucesso do gerenciamento do peso de maneira individual e explica o porquê da mesma dieta não funcionar para pessoas diferentes. O mesmo vale para programas de exercícios físicos.

Gene PPAR γ

Gene	PPAR γ	Locus 3p25.2	SNP rs1801282
Resultado	Genótipo - CC Normal		

Qual o Papel do Gene PPAR γ No Seu Organismo?

O gene PPAR γ promove o armazenamento de gordura, influencia a sensibilidade à insulina e consequentemente o fluxo de glicose no tecido adiposo e músculo esquelético. Este gene pode ser diretamente ativado por lipídios insaturados presentes na dieta.

A mutação do gene PPAR γ (Pro12Ala) e tem sido associada com a redução do peso e com a melhora da sensibilidade à insulina, conferindo um efeito protetor para o desenvolvimento do Diabetes tipo 2 (DT2), porém o portador da mutação tem maior risco para doenças cardíacas.

Os efeitos do genótipo podem variar de acordo com o IMC, tipo de dieta e tipo de gordura ingerida (saturada ou insaturada). Por isso, o gene PPAR γ é considerado um sensor dos fatores ambientais relacionados ao perfil genético associado à obesidade.

A **utilidade clínica** da genotipagem do gene PPAR γ é analisar de maneira individualizada, o efeito dos componentes da dieta (gordura insaturada e saturada) na variação do IMC e da circunferência da cintura e no gerenciamento do risco da Diabetes Tipo 2.

Interpretação do Seu Resultado

Qual o Impacto do Gene PPAR γ NORMAL na Sua Saúde?

No seu caso você não apresenta mutações na variante rs1801282 do gene PPAR γ . Você possui uma predisposição normal para o ganho de peso associado às funções do gene PPAR γ (variante rs1801282).

Portanto, em relação ao funcionamento deste gene SEM a mutação:

- Os ácidos graxos poliinsaturados ativam o gene PPAR γ , por isso o desempenho deste gene está diretamente relacionado com a sua dieta (quantidade e o tipo de gordura);
- A sua dieta influencia diretamente o seu ganho de peso e o desenvolvimento de comorbidades associadas às funções do gene, como por exemplo:
 - Risco para Diabetes Tipo 2, Doenças cardiovasculares e alteração dos níveis de Colesterol.

- *Alteração dos níveis de Colesterol.*

Qual o Impacto do Gene $PPAR\gamma$ na Sua Saúde?

1. Fatores Relacionados ao Sobrepeso e à obesidade, quando você está sob uma dieta:

- Com $\geq 30\%$ de gorduras totais:
 - *Em indivíduos com $IMC < 34 \text{ kg/m}^2$, o seu genótipo contribui para um aumento de 3,4 vezes no risco para o sobrepeso e obesidade;*
 - *Um aumento de 1,2 cm na Circunferência da Cintura (CC), ou seja, sob este tipo de dieta há uma tendência para o acúmulo de gordura na CC.*
- Com $\leq 30\%$ gordura total combinada com exercícios moderados, o seu genótipo contribui para:
 - *Uma perda de peso normal quando voce está sob dieta e/ ou exercícios.*
- Com predominância de gorduras Insaturadas:
 - *Uma queda dos níveis de Colesterol;*
 - *Uma queda do risco para doenças cardiovasculares;*
 - *Não afeta as medidas do seu IMC e da sua CC.*
- Com predominância de gorduras Saturadas:
 - *Aumento do seu IMC e da sua CC.*

2. Comorbidades

Diabetes e Resistência à Insulina

- *O risco atribuído à população com genótipo normal para o desenvolvimento de Diabetes Tipo 2 é de até 25%;*
- *Risco aumentado para a resistência à insulina.*

Qual o impacto do gene $PPAR\gamma$ NORMAL no Gerenciamento do Seu Peso?

Este gene afeta o metabolismo de componentes da dieta, por isso, você responde melhor à adoção de dietas específicas. Você responde de maneira normal às atividades físicas.

1. Dieta

Para você:

- *Para a perda de peso: restrição de gorduras saturadas*
- *Para melhorar as condições de saúde:*
 - *Para baixar os níveis de colesterol é recomendável uma dieta com predominância de gorduras insaturadas.*

2. Atividades Físicas

Para você:

- *Este gene não requer a adoção de programas específicos de atividades físicas para o gerenciamento do peso.*
- *É recomendável a adoção de atividades físicas, pois eles reduzem os riscos para a obesidade e para o desenvolvimento de Diabetes tipo 2.*
- *Foi colocado ao final deste estudo (item 7) algumas recomendações para portadores de comorbidades associadas a mutações neste gene.*
- *Devido ao risco para doenças coronarianas e hipertensão, consulte o seu médico em conjunto com um profissional do exercício físico antes de adotar um programa de atividades físicas.*

Gene ADRB3

Gene	ADRB3	Locus 8p12	SNP rs 4994
------	-------	------------	-------------

Resultado **Genótipo - TT**
 Normal

Qual o Papel do Gene ADRB3 no Seu Organismo?

O adrenoceptor $\beta 3$ ou ADRB3, se expressa principalmente no tecido adiposo e está envolvido na regulação da lipólise e termogênese. A atividade do receptor ADRB3 pode estar 10 vezes menos ativo em pessoas portadoras do gene ADRB3 (rs4994) mutado.

O perfil alterado da lipólise observado nos genótipos com a mutação está associado à dificuldade de perder peso através de uma intervenção comportamental não personalizada. Neste caso, o gasto energético determina a perda de peso, portanto a adoção de exercícios mais vigorosos tem resultados mais eficazes.

*A **utilidade clínica** da genotipagem do gene ADRB3 é analisar de maneira individualizada, a associação entre a eficiência da perda de peso mediante a mudanças comportamentais, como dieta e atividade física. E ainda, buscar entender melhor a relação entre obesidade, dieta e atividade física.*

O Genótipo Normal e Qual Seu Impacto na Saúde e no Gerenciamento do Seu Peso?

No seu caso você não apresenta mutações na variante rs4994 do gene ADRB3. Você possui uma predisposição normal para o ganho de peso associado às funções do gene ADRB3 (variante rs4994).

- **Dieta e Exercícios Físicos**

Procure um médico para uma adequação da sua dieta de acordo com as suas características físicas e estilo de vida. E, procure um fisiologista do exercício para adequar as suas atividades físicas.

Existem parâmetros que variam de indivíduo para indivíduo como idade, sexo, composição corporal e nível de condicionamento físico. Estas variáveis determinam o sucesso do gerenciamento do peso de maneira individual e explica o porquê da mesma dieta não funcionar para pessoas diferentes. O mesmo vale para programas de exercícios físicos.

Gene MC4R

Qual o Papel do Gene MC4R no Seu Organismo?

O MC4R (receptor 4 da melanocortina) está envolvido na regulação do peso corporal, pois modula a ingestão de alimentos. As mutações no MC4R são encontradas em cerca de 5% a 6% dos casos de obesidade severa, principalmente a infantil.

Os portadores de mutações no MC4R tendem a desenvolver uma **hiperfagia** devido à falta de sensação de saciedade. Eles ainda têm como característica um aumento da massa gorda e da massa magra; aumento no crescimento linear (estatura alta); aumento da resistência à insulina e maior predisposição à Diabetes tipo 2.

Atualmente, o MC4R tem sido associado ao Transtorno da **Compulsão Alimentar** Periódica (TCAP). A tendência a ingerir alimentos com alto teor calórico combinada com a hiperfagia é a principal responsável pelo ganho de peso no indivíduo com MC4R mutado. **O risco para obesidade conferido pela presença do gene MC4R mutado pode ser diminuído com o auxílio de dietas e exercícios físicos.**

A **utilidade clínica** da genotipagem do gene MC4R é analisar de maneira individualizada, a predisposição genética para o aumento dos índices que determinam a Obesidade (IMC e Circunferência da Cintura). Esta análise envolve o estudo de variantes: a rs10871777 está associada ao aumento do IMC e a variante rs12970134 ao aumento da circunferência da cintura.

Gene MC4R - rs10871777

Gene	MC4R	Locus 18q21.32	SNP rs rs10871777
Resultado	Genótipo - AA Normal		

Interpretação do Seu Resultado

Qual o Impacto do Gene MC4R NORMAL na Sua saúde?

No seu caso você não apresenta mutações na variante rs10871777 do gene MC4R. Você possui uma predisposição normal para o ganho de peso associado às funções do gene MC4R (variante rs10871777).

- **Dieta e Exercícios Físicos**

Procure um médico para uma adequação da sua dieta de acordo com as suas características físicas e estilo de vida. E, procure um fisiologista do exercício para adequar as suas atividades físicas.

Existem parâmetros que variam de indivíduo para indivíduo como idade, sexo, composição corporal e nível de condicionamento físico. Estas variáveis determinam o sucesso do gerenciamento do peso de maneira individual e explica o porquê da mesma dieta não funcionar para pessoas diferentes. O mesmo vale para programas de exercícios físicos.

Gene MC4R - rs12970134

Gene	MC4R	Locus 18q21.32	SNP rs12970134
Resultado	Genótipo - GG Normal		

Interpretação do Seu Resultado

Qual o Impacto do Gene MC4R NORMAL na Sua Saúde?

No seu caso você não apresenta mutações na variante rs12970134 do gene MC4R. Você possui uma predisposição normal para o ganho de peso associado às funções do gene MC4R (variante rs12970134).

- **Dieta e Exercícios Físicos**

Procure um médico para uma adequação da sua dieta de acordo com as suas características físicas e estilo de vida. E, procure um fisiologista do exercício para adequar as suas atividades físicas.

Existem parâmetros que variam de indivíduo para indivíduo como idade, sexo, composição corporal e nível de condicionamento físico. Estas variáveis determinam o sucesso do gerenciamento do peso de maneira individual e explica o porquê da mesma dieta não funcionar para pessoas diferentes. O mesmo vale para programas de exercícios físicos.

Gene FTO

Gene	FTO	Locus 16q12.2	SNP rs9939609
Resultado	Genótipo - TT Normal		

Qual o Papel do Gene FTO no Seu Organismo?

O gene FTO é mais conhecido por ser associado ao atraso na sensação de saciedade, portanto o aumento de peso dá-se pois o indivíduo continua a se alimentar mesmo sem haver necessidade orgânica de energia.

Os fatores obesogênicos como sedentarismo e uma dieta com excesso de gorduras e carboidratos acentuam o efeito do FTO mutado. **O risco para obesidade conferido pela presença do gene FTO mutado pode ser diminuído com o auxílio de dietas e exercícios físicos.**

A **utilidade clínica** da genotipagem do gene FTO é analisar de maneira individualizada, o aumento do IMC, do peso e da circunferência da cintura associados à sensação de saciedade.

O Genótipo Normal e Qual Seu Impacto na Saúde e no Gerenciamento do seu Peso?

No seu caso você não apresenta mutações na variante rs9939609 do gene FTO. Você possui uma predisposição normal para o ganho de peso associado às funções do gene FTO (variante rs9939609).

- **Dieta e Exercícios Físicos**

Procure um médico para uma adequação da sua dieta de acordo com as suas características físicas e estilo de vida. E, procure um fisiologista do exercício para adequar as suas atividades físicas.

Existem parâmetros que variam de indivíduo para indivíduo como idade, sexo, composição corporal e nível de condicionamento físico. Estas variáveis determinam o sucesso do gerenciamento do peso de maneira individual e explica o porquê da mesma dieta não funcionar para pessoas diferentes. O mesmo vale para programas de exercícios físicos.

5. Informações Importantes

O diagnóstico do sobrepeso e da obesidade deve ser realizado de acordo com as diretrizes preconizadas pelas instituições de saúde competentes. No Brasil, as últimas Diretrizes de autoria da Sociedade Brasileira de Endocrinologia e Metabologia visam estabelecer os critérios de diagnóstico para sobrepeso e obesidade.

O padrão-ouro para o diagnóstico é a associação da medida da circunferência abdominal com o cálculo do Índice de Massa Corporal (IMC). Esta associação pode oferecer uma forma combinada de avaliação de risco e ajudar a diminuir as limitações de cada uma das avaliações isoladas. A Tabela abaixo, proposta pela WHO, resume a avaliação de risco com estas medidas associadas.

Combinação das medidas de circunferência abdominal e IMC para avaliar obesidade e risco para diabetes 2 e doença cardiovascular			
		Circunferência abdominal (cm)	
Risco de complicações metabólicas	IMC (kg/m²)	Homem: 94-102 Mulher: 80-88	102+ 88+
Baixo peso	< 18,5	-	-
Peso saudável	18,5 - 24,9	-	Aumentado
Sobrepeso	25 - 29,9	Aumentado	Alto
Obesidade	≥ 30	Alto	Muito alto

6. Importância da Redução Moderada de Peso

A redução da quantidade de massa corporal, em especial de gordura, melhora a qualidade de vida e diminui a morbidade e a mortalidade de pacientes obesos. O benefício da redução de peso, mesmo que moderada, foi bastante evidenciada na literatura científica e damos a seguir um resumo estabelecido pelo International Obesity Taskforce (IOTF).

Comorbidade na Obesidade	Perda de Peso	Benefícios da Redução
Mortalidade	10 %	- Queda de mais de 20% na taxa de mortalidade total - Queda de mais de 30% na taxa de mortalidade relacionada à Diabetes - Queda na taxa de mortalidade relacionada ao câncer
Diabetes	10 %	Queda de 50% na glicemia de jejum
Pressão Arterial	10 %	- Queda de 10mmHg na pressão sistólica - Queda de 20mmHg na pressão diastólica
Lípidios no Sangue	10 %	- Queda de 10% dos níveis de Colesterol total - Queda de 15% dos níveis de LDL circulante - Queda de 30% dos níveis de Triglicerídeos - Aumento de 8% dos níveis de HDL circulante
Índices de Coagulação		- Redução da agregação das células vermelhas - Melhora na capacidade fibrinolítica
Complicações Físicas	5 - 10 %	- Melhora na dor lombar e nas articulações - Melhora das funções respiratórias - Redução da dispnéia - Redução da frequência de apnéia do sono
Função Ovariana	> 5%	Melhora da função ovariana
Modificado de Obesity: Preventing and Managing the Global Epidemic. Report on a WHO Consultation - Technical Report Series, No 894. World Health Organization, Genebra, 1998.		

7. Importância da Nutrição e dos Exercícios Físicos Para a Saúde

a. Importância da Nutrição

Atualmente a nutrição tem sido alvo de grande interesse da população, mais particularmente dietas para perda de peso. Existem dietas, dicas e recomendações de todos os tipos desde aquelas baseadas em dados clínicos até aquelas sem comprovação científica alguma. Estas “recomendações” estão bem difundidas na mídia, em livros, revistas “especializadas” e palestras, o que possibilitou o acesso do indivíduo comum a este tipo de informação.

Porém, na busca de um corpo perfeito, muitas vezes as pessoas negligenciam a saúde e acabam por adotar dietas da moda sem comprovação clínica confiável e que resultam na perda rápida de peso. Este resultado vem, por vezes, acompanhado por problemas de saúde como desidratação, anemias e problemas relacionados à falta de micronutrientes essenciais. As consequências podem ser mais graves quando o indivíduo que adota estes tipos de dietas é portador de alguma patologia. Neste caso, os efeitos de uma dieta inadequada podem acarretar uma piora no quadro geral de saúde do indivíduo ou até contribuir para o desenvolvimento de patologias relacionadas à nutrição e que antes não estavam presentes.

A rapidez da perda de peso nem sempre reflete resultados duradouros e a brusca perda de peso pode levar ao chamado “efeito sanfona”, onde muitas vezes, a quantidade de peso ganha pode ser maior do que aquela perdida após uma dieta da moda.

Apesar do fácil acesso a estas informações, a recomendação é que o indivíduo que queira gerenciar o peso ou manter uma vida mais saudável opte sempre pelo acompanhamento de um médico habilitado. Somente ele poderá prescrever as dietas mais adequadas para cada caso. O estilo de vida, os hábitos e gostos particulares e especialmente o estado de saúde podem determinar um programa de nutrição individualizado e obter um resultado mais eficiente para o gerenciamento de peso.

b. Importância dos Exercícios Físicos Para a Saúde

Vários métodos foram desenvolvidos para identificar e gerenciar a obesidade e seus riscos associados, porém eles são ineficazes caso o tratamento não adote exercícios físicos e uma adaptação individualizada da dieta.

O exercício físico é um complemento importante ao tratamento dietético, medicamentoso e cirúrgico da obesidade. A abordagem para a atividade física é desenvolver um programa planejado e controlado de atividades baseadas nas necessidades do paciente. O exercício deve

começar devagar e deve aumentar gradualmente de acordo com a melhora da capacidade funcional.

Segundo o American College of Sports Medicine (ACSM), é aconselhável a avaliação do seu estado físico para identificar fatores essenciais para a individualização do programa de atividades físicas mais adequadas para o seu caso. Tais fatores incluem:

Fatores essenciais para a individualização do programa de atividades físicas	
Segurança	Avaliar e identificar os casos que necessitam cuidados especiais ou até a restrição de atividades físicas.
Identificação de Fatores de risco	Em conjunto com a avaliação de um médico e de exames clínicos, identificar e classificar os riscos associados. Por exemplo: presença de sinais ou sintomas de doenças cardiovasculares, pulmonares ou metabólicas. Considerar também o histórico familiar para estas patologias.
Prescrição pelo Profissional de Educação Física	A partir das informações acima, prescrever um Programa de atividades físicas adaptado para as condições do indivíduo.

Benefícios dos exercícios físicos		
• Melhora a auto-estima; • Aumenta a adesão tanto à dieta e quanto à atividade física; • É eficaz para a manutenção do peso corporal; • Promove a perda de gordura localizada na região abdominal, e com isso reduz o risco de doenças cardiovasculares e metabólicas principalmente; • Previne comorbidades associadas ao sobrepeso e à obesidade. Em indivíduos com obesidade moderada e mórbida, o exercício físico tem um efeito direto no metabolismo da glicose e de lípidios.		
Mobilização de Lípidios		Glicose
↓ Massa de gordura	↓ LDL-Colesterol	↓ Glicemia De Jejum
↓ IMC	↓ Relação LDL/HDL-Colesterol	↓ Resistência À Insulina
↓ Leptina	↓ Triglicérides	↓ Insulina Em Jejum
↓ Apolipoproteína B	↓ Proteína C Reativa	

Para este estudo, as recomendações estão direcionadas para as implicações de cada gene especificamente ou para as comorbidades associadas à mutação do mesmo. Em ambos os casos, as recomendações de exercícios físicos foram adotadas segundo as diretrizes do ACSM e de trabalhos científicos presentes na literatura.

Abaixo estão alguns dados para referência e que podem auxiliar o profissional de saúde em seu trabalho.

Segundo o ACSM, as intensidades para os exercícios podem ser:		
Tipo	Definição	Substrato energético utilizado
Leves	< 50% do VO₂ Máx	Favorece a mobilização de gordura, ou seja, 60 a 90% do substrato energético seria de lípidios.
Moderada	50 a 74% do VO₂ Máx, ou 60 a 79% da Frequência Cardíaca Máx; 3-6 MET (tabela CDC/ACSM)* "Uma intensidade dentro da capacidade do indivíduo; aquela que pode ser confortavelmente mantida por um período de tempo prolongado ($\pm$ 45 min)"	Favorece a mobilização de gordura, ou seja, o substrato energético seria oriundo primordialmente de lípidios (>50%).
Intensa	> 74% do VO₂ Máx; > 6 MET (tabela CDC/ACSM)* "Um exercício intenso o suficiente para representar um grande desafio cardiorrespiratório".	>55% de glicogênio muscular 30 a 35% de lípidios.
* MET – Unidade metabólica. Corresponde ao gasto energético para uma pessoa adulta se manter em repouso e equivale a 1kcal/kg de peso corporal.		

Na tabela abaixo encontram-se algumas recomendações do ACSM para algumas patologias. Estas são recomendações gerais e, portanto, requerem uma adaptação caso a caso.

Comorbidade	Atividade Recomendada (ACSM)	Gene Associado
Hiperlipidemia	<i>Exercício aeróbio</i> - objetivos: aumentar a capacidade de resistência, diminuir as concentrações totais de triglicérides e colesterol, aumentar o gasto calórico diário; <i>Variáveis do treinamento</i> - 40 a 80 % Frequência cardíaca máxima (FC_{max}), frequência semanal superior a 5 dias, duração 20 a 60 minutos por dia (pode ser de sessões intermitentes, 2 a 3x/dia de 10 a 30 minutos); <i>Tempo médio para atingir o objetivo</i> - condicionamento físico, 4 meses; melhora as condições lipídicas do sangue, 9 a 12 meses.	APOA5

Diabetes Tipo 2	<i>Exercício aeróbio</i> - objetivos: aumentar a capacidade de resistência, possível melhora no controle da glicemia; <i>Variáveis do treinamento</i> - 40 a 80 % FC_{max}, frequência semanal superior a 4 dias, duração 20 a 60 minutos/ dia; <i>Tempo médio para atingir o objetivo</i> – 4 a 6 meses.	PPARγ, MC4R e FTO
Obesidade	<i>Exercício aeróbio</i> - objetivos: diminuir o peso, melhorar as funções da vida diária, reduzir o risco de doenças cardiovasculares; <i>Variáveis do treinamento</i> - 40 a 60 % FC_{max}, frequência semanal superior a 5 dias, 20 a 30 minutos de duração por dia; Enfatizar duração e não intensidade; <i>Tempo médio para atingir o objetivo</i> – 4 a 6 meses.	PPARγ, ADRB3, MC4R e FTO

*Independente da presença de mutações ou de comorbidades, os exercícios físicos são recomendados, pois eles **diminuem o risco de sobrepeso e de obesidade para todos**. Indivíduos ativos fisicamente ou não sedentários possuem um risco diminuído para o ganho de peso.*

É importante lembrar que nenhuma dieta de curto prazo ou “esportes de fim de semana” podem ser considerados soluções milagrosas. O verdadeiro benefício vem da adoção de novos hábitos alimentares e de estilo de vida. Uma das funções do médico e do profissional do exercício físico é tornar esta transição de hábitos mais eficiente e prazerosa.

8. Dados Científicos Sobre os Genes Estudados Neste Perfil

Gene APOA5 – variante rs 662799

A apolipoproteína A5 (apoA5) é codificada pelo gene APOA5. As apolipoproteínas estão envolvidas no metabolismo das lipoproteínas auxiliando na solubilidade dos lípidios no plasma, ativando as enzimas e permitindo a captação pelos tecidos. Trabalhos recentes sugerem que a apoA5 está envolvida diretamente na regulação da concentração de triglicérides (TG) do plasma.

Alterações na estrutura de uma apolipoproteína ou na sua síntese podem afetar o metabolismo dos lípidios. Tais alterações, resultantes de mutações no gene de apoA5, têm sido associados com algumas patologias como, por exemplo, distúrbios nos níveis de TG no plasma humano, obesidade, hiperlipidemia familiar combinada, diabetes e aumento do risco de doença cardiovascular.

Em pessoas com este gene mutado, a quantidade de apoA5 disponível encontra-se diminuída. Por isso, o tempo que o organismo leva para retirar os lípidios da dieta da circulação pode levar mais de 6 horas. Este atraso no metabolismo dos TG leva a uma lipemia pós-prandial mais alta, e consequentemente aumenta em até 36% o risco para doenças cardiovasculares dependendo do genótipo. Ainda, há um aumento nas partículas de lipoproteínas remanescentes, na quantidade de TG de jejum, as moléculas de VLDL tem tamanho maior e as de LDL tamanho menor quando comparado com o padrão normal. O aumento de TG no sangue tem um papel preditivo para o diagnóstico da aterosclerose.

Devido a este perfil lipídico alterado em indivíduos com a mutação, os lípidios da dieta têm um papel importante no possível desenvolvimento de uma comorbidade. Existem na literatura alguns trabalhos que comprovam a ação benéfica de alguns alimentos para indivíduos com este perfil metabólico. Gorduras do tipo ômega 3 possuem um efeito protetor para a aterosclerose, porém, as ômega 6, contribuem para perfil aterogênico. O SNP APOA5 rs662799 não tem efeito entre os indivíduos que adotam uma dieta composta por uma porcentagem de gordura abaixo dos 30%.

Com base nestas informações, o profissional de saúde deve atentar para as intervenções externas, como dietas e exercícios físicos. Para estes indivíduos é altamente recomendável uma dieta personalizada, composta por uma porcentagem de gordura abaixo dos 30%, com atenção para que alimentos com ômega 6 não ultrapassem 6% da composição total dos lípidios.

A utilidade clínica da genotipagem do gene APOA5 é analisar de maneira individualizada, *as mutações deste gene no desenvolvimento de comorbidades associadas ao sobrepeso e à obesidade. Sendo assim, a presença do gene APOA5 mutado serve como sinal para o profissional de saúde tomar mais atenção para o gerenciamento de possíveis doenças cardiovasculares.*

Gene PPAR γ – variante rs1801282

O PPAR γ desempenha vários papéis funcionais em diferentes órgãos e tecidos, onde atua de maneira crítica na regulação da diferenciação dos adipócitos e promoção de acúmulo de lípidios no tecido adiposo. Basicamente, este gene promove o armazenamento de gordura, influencia a sensibilidade à insulina e consequentemente a captação de glicose no tecido adiposo e músculo esquelético.

Como um dos agonistas naturais do gene PPAR γ são os ácidos graxos poliinsaturados, o desempenho deste gene está diretamente relacionado com a dieta do indivíduo. Estudos recentes demonstram que a proporção de gorduras poliinsaturadas: saturadas (P:S) em uma dieta pode alterar a expressão do gene PPAR γ , e consequentemente as suas funções.

A mutação mais encontrada no gene PPAR γ 2 é a Pro12Ala (rs1801282) e é caracterizada pela substituição do aminoácido prolina pela alanina na posição 12 (Pro12Ala e Ala12Ala). O alelo Ala12 também tem sido associado com a redução do peso e com a melhora da sensibilidade à insulina, conferindo um efeito protetor para o desenvolvimento do Diabetes tipo 2 (DT2). Com relação às comorbidades associadas ao Sobrepeso e à Obesidade, o portador da mutação tem maior risco para doenças cardíacas.

Assim, o genótipo Pro12Ala parece ser sensível à influência ambiental, já que o alelo Ala é benéfico em indivíduos magros, mas pode ser prejudicial em indivíduos obesos. Por exemplo, o aumento de peso do indivíduo faz com que o PPAR γ seja menos expresso e o efeito protetor para o desenvolvimento do DT2 diminui. A frequência do genótipo normal na população geral é de 80%. Calcula-se que o risco atribuído à população com genótipo normal para o desenvolvimento de Diabetes Tipo 2 é de até 25%. Consequentemente, há um risco aumentado para a resistência à insulina.

Os portadores da mutação são mais predispostos ao ganho de peso quando submetidos a um ambiente obesogênico, porém são beneficiados quando adotam uma dieta com restrição calórica (maior proporção P:S) e/ ou de exercícios físicos. Por exemplo, com a adoção de uma dieta com P:S >1 é possível aumentar os níveis de HDL circulantes.

O genótipo Pro12Ala tem uma predisposição a perder peso rapidamente quando sob uma dieta com maior proporção de gorduras insaturadas e quando faz exercícios físicos, porém ele também possui uma predisposição a ganhar o peso perdido mais rapidamente (Efeito Sanfona).

Os efeitos do genótipo podem variar de acordo com o IMC, tipo de dieta e tipo de gordura ingerida (saturada ou insaturada), por estas razões, atualmente o gene PPAR γ é considerado um sensor dos fatores ambientais relacionados ao perfil genético associado à obesidade.

*A **utilidade clínica** da genotipagem do gene PPAR γ é analisar de maneira individualizada, o efeito dos componentes da dieta (gordura insaturada e saturada) na variação do IMC e da circunferência da cintura e no gerenciamento do risco da Diabetes Tipo 2.*

Gene ADRB3 – variante rs4994

O adrenoceptor β 3 ou ADRB3, se expressa principalmente no tecido adiposo e está envolvido na regulação da lipólise e termogênese. Os receptores β 3-adrenérgicos estimulam a mobilização dos lipídios da célula de gordura.

A diminuição da função do β 3-adrenérgico no tecido adiposo branco poderia retardar a lipólise e, assim, provocar a retenção de lipídios nas células adiposas. A atividade do receptor ADRB3 pode estar 10 vezes menos ativo em pessoas portadoras do gene ADRB3 (rs4994) mutado. A lipólise lenta pode contribuir fortemente para obesidade visceral em humanos.

O perfil alterado da lipólise observado nos genótipos com a mutação está associado à dificuldade de perder peso através de uma intervenção comportamental não personalizada. Indivíduos (principalmente mulheres) com a mutação tem mais dificuldade de perder peso em comparação com aquelas que não apresentam o ADRB3 mutado.

Apesar disso, o risco aumentado para Sobrepeso e Obesidade foi observado com mais frequência em indivíduos sedentários. Ainda, os efeitos obesogênicos da mutação do ADRB3 podem ser diminuídos de acordo com a intensidade (carga/ gasto de energia) e a frequência (horas/ semana). Neste caso de lipólise alterada, *o gasto energético determina a perda de peso*, portanto a adoção de exercícios mais vigorosos tem resultados mais eficazes.

Muitos estudos epidemiológicos têm mostrado uma correlação entre os polimorfismos adrenoceptor $\beta 3$ (principalmente a variante rs4994), hipertensão, síndrome metabólica, e obesidade.

Em relação às comorbidades, a variante rs4994 está associada com doença do cálculo biliar o que representa um marcador genético que identifica indivíduos com maior risco de formação de cálculos biliares. Ainda, esta variante está relacionada com a hiperuricemia.

*A **utilidade clínica** da genotipagem do gene ADRB3 é analisar de maneira individualizada, a associação entre a eficiência da perda de peso mediante a mudanças comportamentais, como dieta e atividade física.*

Gene MC4R – variantes rs10871777 e rs12970134

O MC4R (receptor 4 da melanocortina) é expresso no hipotálamo e desencadeia a ativação dos sinais anorexígenos, que, através de uma série de outras etapas, são responsáveis pela redução da ingestão de alimentos através da criação da percepção da saciedade. Ou seja, o MC4R está envolvido na regulação do peso corporal, pois modula a ingestão de alimentos. Assim, mutações no MC4R parecem impedir a ativação de sinais anorexígenos associados ao α -MSH de modo que os indivíduos com obesidade associada às mutações no MC4R não podem experimentar a sensação de saciedade.

As mutações no MC4R são encontradas em cerca de 5% a 6% dos casos de obesidade severa, representando até o presente momento a forma mais prevalente de obesidade monogênica na espécie humana (principalmente infantil). Os indivíduos afetados pela mutação nos dois alelos são mais afetados do que aqueles tem a mutação em apenas um alelo. Porém, independentemente do genótipo, os sintomas fenotípicos tendem a diminuir ou desaparecer com o avanço da idade.

Os pacientes com o MC4R mutado apresentam: obesidade infantil severa; aumento da massa gorda e da massa magra; aumento no crescimento linear (estatura alta); nos níveis de insulina, principalmente em crianças; hiperfagia, sendo mais acentuada na mutação completa e densidade óssea aumentada. Com relação às comorbidades, as mutações do MC4R estão relacionadas ao aumento da resistência à insulina e *maior predisposição* à Diabetes tipo 2.

Em um estudo realizado por Branson e colaboradores, o **Transtorno da Compulsão Alimentar Periódica (TCAP)** foi analisado em pessoas não obesas e obesas portadoras e não portadoras da mutação no MC4R. Foi descoberta uma prevalência de cerca de 26,4% de TCAP na população estudada. Ainda no mesmo grupo, *100% dos obesos com a mutação no MC4R apresentaram TCAP*, enquanto apenas 14,2% dos obesos sem a mutação apresentaram o mesmo comportamento. Não foi observado o TCAP na população não obesa neste estudo.

Os indivíduos com polimorfismos do gene MC4R possuem uma tendência maior a se alimentar de alimentos com alto teor calórico (lípidios e carboidratos não complexos). Não há diferenças no metabolismo basal entre indivíduos portadores e não portadores da mutação, por isso, o gerenciamento do peso é afetado essencialmente pela quantidade ingerida de energia. ***O risco para obesidade conferido pela presença do gene MC4R mutado pode ser diminuído com o auxílio de dietas e exercícios físicos.***

*A **utilidade clínica** da genotipagem do gene MC4R é analisar de maneira individualizada, a predisposição genética para o aumento dos índices que determinam a Obesidade (IMC e Circunferência da Cintura). Esta análise envolve o estudo de variantes: a rs10871777 está associada ao aumento do IMC e a variante rs12970134 ao aumento da circunferência da cintura.*

Gene FTO – variante rs9939609

O gene FTO é mais conhecido por ser associado à sensação de saciedade: indivíduos com dois alelos A do gene FTO têm menor capacidade de resposta aos sinais de saciedade. Este fato apóia a hipótese de que a associação do FTO com o aumento do IMC dá-se devido ao atraso na resposta de saciedade, e o indivíduo continua a se alimentar mesmo sem haver necessidade orgânica de energia. O ganho de peso dá-se especificamente por acúmulo no tecido adiposo.

O gene FTO também está envolvido na regulação da lipólise. Estudos indicam que a expressão do FTO é regulada no tecido adiposo. A sua expressão está diminuída durante a diferenciação do adipócito e está aumentada na obesidade, mas não é influenciada pela região em que este tecido está localizado (subcutâneo ou visceral). Apesar destas evidências, o mecanismo de lipólise pelo FTO não é está claro e há indícios da participação de outros genes no processo.

O risco de Sobrepeso e Obesidade está mais relacionado ao consumo do que ao gasto de energia. Foi observado que não existem diferenças no metabolismo basal de pessoas com mutação em relação ao genótipo normal. Porém, as pessoas com o FTO mutado possuem uma tendência maior a alimentar-se com uma dieta rica em calorias, especificamente a partir de alimentos com alto teor de gordura.

Os fatores obesogênicos como sedentarismo e uma dieta com excesso de gorduras e carboidratos acentuam o efeito do FTO mutado, ou seja, a mudança dos hábitos alimentares e a adoção de atividades físicas podem atenuar os efeitos obesogênicos do FTO. **O risco para obesidade conferido pela presença do gene FTO mutado pode ser diminuído com o auxílio de dietas e exercícios físicos.**

*A **utilidade clínica** da genotipagem do gene FTO é analisar de maneira individualizada, o aumento do IMC, do peso e da circunferência da cintura associados à sensação de saciedade.*

Considerações Importantes

As informações fornecidas neste documento foram concebidas para apoiar e não substituir, a relação que existe entre pacientes e seu médico existente. A interpretação correta deste laudo deve ser realizada com o acompanhamento de um profissional habilitado.

A utilidade clínica deste perfil genético é: auxiliar o médico ou profissional de saúde a individualizar o tratamento após a avaliação clínica e constatação de sobrepeso ou obesidade. O teste genético vem complementar os testes e procedimentos preconizados nas Diretrizes que estabelecem o padrão-ouro para o diagnóstico desta doença.

*Este teste não oferece ou indica a adoção de suplementos, medicamentos ou tratamentos específicos. A personalização do tratamento envolve um conjunto de informações (idade, estilo de vida, estado de saúde, histórico familiar) coletadas pelo profissional de saúde durante a consulta. A análise oferecida fornece a informação genética que será utilizada em conjunto com as informações dos fatores ambientais coletadas anteriormente. Desta maneira, o médico ou profissional de saúde terá uma visão mais completa dos aspectos que envolvem o desenvolvimento de doenças crônicas e multifatoriais em um indivíduo. Consequentemente, o profissional poderá adaptar a dieta e/ ou o tratamento adequados para que o seu paciente gerencie a sua condição de saúde e comorbidades associadas com mais eficiência. **Consulte sempre seu médico especialista sobre a melhor conduta de tratamento.***

Este teste reflete o conhecimento mais preciso sobre as variantes genéticas em um dado momento. Portanto, esses resultados podem mudar de tempos em tempos, com base em atualizações dos conhecimentos científicos correspondentes.

Os dados divulgados neste boletim estão pautados em trabalhos científicos publicados em revistas de alto impacto e relevância na comunidade científica. Este teste fornece um serviço de interpretação dos resultados dos testes genéticos com base em dados da literatura científica atualizada e revisada.

Estes são os dados resultantes da comparação da sua sequência genética com a sequência de participantes em estudos publicados na literatura mundial sobre o risco genético para esta doença. O teste identifica as variantes listadas acima e fornece informações sobre as mesmas e a sua associação com o gerenciamento do peso. O teste não identifica todas as mutações associadas ao sobrepeso e à obesidade, outras mutações associadas a esta doença podem ser descobertas no futuro, e o teste se responsabiliza apenas pela análise das variantes listadas neste documento.

Caro profissional de saúde, caso haja interesse, por favor, entre em contato para maiores informações.