



# REVISTA INTERDISCIPLINAR CIÊNCIAS E SAÚDE

V.4, N.2 - Edição 2017

**A correlação entre a genética e a hipertrofia muscular na melhoria da performance de atletas**

**The correlation between genetics and muscle hypertrophy in improving the performance of athletes**

Maria Teresa Sousa Fontenele; Analânia de Souza Nogueira Santos; Jessé Machado Silva; Daniela Moura Parente  
Férrer de Almeida

**Maria Teresa Sousa Fontenele**

Pesquisa e redação do manuscrito. Acadêmica do 3º período de Medicina do Centro de Ensino Uninovafapi  
E-mail: teresa\_fontenele@hotmail.com

**Analânia de Souza Nogueira Santos**

Pesquisa e redação do manuscrito. Acadêmica do 3º período de Medicina do Centro de Ensino Uninovafapi  
E-mail: analanianogueira@hotmail.com

**Jessé Machado Silva**

Pesquisa e redação do manuscrito. Acadêmico do 3º período de Medicina do Centro de Ensino Uninovafapi  
E-mail: jessemmss@hotmail.com

**Daniela Moura Parente Férrer de Almeida**

Revisão crítica do manuscrito. Doutora em ciências médicas, na área de biotecnologia  
Docente da disciplina de genética médica do Centro universitário Uninovafapi

**Autor principal**

**Maria Teresa Sousa Fontenele**

Acadêmica do 3º período de Medicina do Centro de Ensino Uninovafapi  
Endereço: Rua Vitorino Orthiges Fernandes, 6123 – Uruguai CEP: 64073-505, Teresina – Piauí  
E-mail:teresa\_fontenele@hotmail.com

## RESUMO

Este artigo tem o objetivo de analisar a correlação entre a genética e a hipertrofia muscular na melhoria do desempenho de atletas. Nesse sentido, este artigo se fundamentou numa revisão crítica da bibliografia existente, buscando compreender, sobretudo, como a relação entre genética e hipertrofia muscular pode contribuir para uma maior performance de atletas. Verifica-se a existência de cerca de 10 milhões de variantes genéticas dissipadas por todo o genoma humano e uma parte destas influencia a responsividade ao treinamento físico. Cabe destacar que fenótipos de desempenho físico humano parecem ser altamente poligênicos e alguns estudos têm comprovado a existência de raras combinações genotípicas em atletas. Contudo, os mecanismos pelos quais genes se interagem para ampliar a performance física ainda são desconhecidos. O conhecimento sobre os genes que atuam positivamente na treinabilidade adicionado ao potencial uso adequado dos avanços da terapia gênica vem contribuído para a amplificação do desempenho físico, respeitando é claro os limites fisiológicos. Espera-se dessa forma, difundir informações a fim de sensibilizar o leitor para o fato de que a otimização do potencial individual do atleta está diretamente associada a variantes genéticas.

**Palavras-chave:** Genética; Hipertrofia Muscular; Atletas; Performance.

## ABSTRACT

This article aims to analyze the correlation between genetics and muscle hypertrophy in improving the performance of athletes. In this sense, this article was based on a critical review of the existing literature, seeking to understand, above all, how the relationship between genetics and muscular hypertrophy can contribute to a greater performance of athletes. There are about 10 million genetic variants dissipated throughout the human genome and a part of them influences the responsiveness to physical training. It should be noted that phenotypes of human physical performance appear to be highly polygenic and some studies have proven the existence of rare genotypic combinations in athletes. However, the mechanisms by which genes interact to extend physical performance are still unknown. The knowledge about genes that act positively on the workability added to the potential adequate use of advances in gene therapy has contributed to the amplification of the physical performance, respecting the physiological limits. It is hoped, therefore, to disseminate information in order to sensitize the reader to the fact that the optimization of the athlete's individual potential is directly associated with genetic variants.

**Keywords:** Genetics; Muscle Hypertrophy; Athletes; Performance.

## INTRODUÇÃO

O desempenho do atleta tem sido foco de interesse de médicos especialistas em medicina desportiva. Esses profissionais buscam uma melhora progressiva da performance física através de análises funcionais e morfológicas, valendo-se para isso de técnicas histoquímicas, dosagens bioquímicas e análise de parâmetros cardiopulmonares. Até pouco tempo era difundida a concepção de que o alcance de altos níveis de performance dos atletas eram fruto exclusivamente de treinamento e desempenho individual, contudo, estes fatores, por si sós, foram se evidenciando, ao longo do tempo, insuficientes para individualizar um fenótipo de *status* em performance física humana. A partir dessa averiguação surgiu na comunidade científica e médica o interesse por um novo e importante fator determinante desse intrincado fenótipo para a habilidade física, ou seja, a predisposição genética que, tem grandes efeitos na caracterização do indivíduo como um atleta de evidência.

Outro aspecto ligado à melhoria do desempenho de atletas trata-se da hipertrofia muscular, tema bastante discutido pesquisadores, médicos, atletas e treinadores, dentre outros. Cabe destacar que a hipertrofia muscular está ligada à ampliação na secção transversa do músculo, no aumento do tamanho e no número de filamentos de actina e miosina e na adição de sarcômeros dentro das fibras musculares já existentes (MINAMOTO; SALVINI, 2001).

A hipertrofia muscular tem sido evidenciada como uma das fundamentais adequações da musculatura esquelética perante o treinamento de força (AAGARD, 2004). Entretanto, no âmbito de determinado treinamento, para que ocorra esse processo, é imprescindível que muitos fatores sejam abrangidos. Dentre eles pode-se destacar: o sexo, a idade, genética, nível hormonal circulante e qualidade de vida; isto é, à primeira vista a hipertrofiar a musculatura pode ser muito mais fácil de ser alcançada para alguém que possui alguns desses fatores coexistindo a seu favor, o que não evita as pessoas que não tem isso como favorecimento, de conquistar uma excelente performance.

Nesse intento, este artigo tem o objetivo de analisar a correlação entre a genética e a hipertrofia muscular na orimização do desempenho do atleta. Para o alcance deste, utilizou-se como metodologia a revisão bibliográfica, que identifica, seleciona e avalia criticamente pesquisas consideradas relevantes, para dar suporte teórico-prático para a classificação e análise da pesquisa bibliográfica (LIBERALI, 2008).

Baseado nessa explanação espera-se que através deste artigo seja possível fomentar futuras discussões e propiciar a difusão das evidências científicas produzidas até o momento sobre o tema, permitindo uma maior compreensão do mesmo.

## METODOLOGIA

O presente estudo se trata de uma revisão bibliográfica integrativa, do tipo exploratório/descritiva e de caráter quanti-qualitativo, a qual se fundamenta em uma extensa análise da literatura. Para o levantamento bibliográfico, optou-se pela busca de artigos em periódicos de língua portuguesa e inglesa, disponíveis nas bases de dados pertencentes à Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), Scientific Electronic Library Online (SCIELO), PubMed (Public / Publisher MEDLINE). Escolheram-se artigos e teses do período de 2008 a 2017. Foram utilizados os seguintes descritores verificados a partir do Portal Descritores em Ciências da Saúde (DeCS) e, também, através do Portal de Periódicos da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior): “genetic”, “Muscle Hypertrophy”; “Athletes”; “Performance”.

Os critérios de inclusão avaliados no estudo deveriam preencher as seguintes condições: apresentar as alterações biológicas da hipertrofia muscular, a correlação de genes com a hipertrofia muscular, além de artigos recentes disponíveis nas línguas inglesa e portuguesa publicados no período escolhido. Os critérios de exclusão foram: trabalhos publicados fora do prazo de inclusão, trabalhos que não apresentassem o assunto abordado corretamente e, também, estudos que exigiam restituição financeira. A análise foi realizada considerando informações específicas de cada artigo relacionadas a hipertrofia muscular associado a genética.

## RESULTADOS

Após a pesquisa dos estudos, seguindo a classificação segundo os critérios de inclusão e exclusão, realizou-se a subdivisão das informações nas seguintes categorias: A genética, a hipertrofia muscular e a otimização da performance de atleta.

## DISCUSSÃO

### A genética

As pessoas consideradas “comuns” e os grandes atletas possuem categoricamente os mesmos genes. A diferença entre o genoma de um atleta e de uma pessoa “comum” incide no fato de o atleta pode apresentar algumas variantes específicas no código genético que se encontram diretamente ligados à modulação dos fenótipos de desempenho físico.

O DNA humano possui cerca de 3,1 bilhões de pares de bases (A - adenina; G - guanina; C - citosina; T - timina) divididos em 20-25 mil genes. Depois de transcrita, a sequência de nucleotídeos de cada gene esta é traduzida em uma sequência polipeptídica, originando uma proteína específica. O genoma humano contém quase 10 milhões de polimorfismos de nucleotídeo único. Contudo, nem todos os polimorfismos de nucleotídeo único são considerados funcionais, isto é, nem todos trazem consigo a potencialidade de afetar a expressão de um gene ou o papel da proteína codificada por um gene mutante. Dessa forma, dentre as quase 10 milhões de variantes genéticas existentes, exclusivamente uma parcela delas poderia influenciar um fenótipo específico (REBBECK; SPITZ, 2004).

Um exemplo que evidencia esse fato é possível ser verificado através da variante C34T do gene da AMP deaminase (AMPD1; cromossomo 1p13-p21) do tipo *nonsense*, transição do nucleotídeo CT na posição 34 do exon 2, resulta em um *stop codon* e, conseqüentemente, suspensão antecipada da síntese proteica. Indivíduos homocigotos para o gene mutante (genótipo TT) exibem atividade da enzima AMPD1 inferior a 1% da encontrada nos indivíduos *wild-type* (genótipo CC). Pelo fato de este gene estar entrelaçado na conservação “das necessidades energéticas da musculatura esquelética durante atividade contrátil, a variante C34T do gene AMPD1 poderia influenciar o desempenho física em modalidades esportivas específicas” (BRAY et al, 2009, p.37).

De acordo com estudo de Dias et al. (2007) as variantes genéticas podem afetar o desempenho físico, sendo que existem aproximadamente 200 destas já identificadas e que demonstraram influenciar os fenótipos de aptidão cardiorrespiratória, força, resistência, potência muscular e tolerância ao exercício físico. Grande parcela destas variantes identificadas é originária de estudos de cooptação em genética que avaliaram o potencial que uma variante genética em um gene isolado tem de afetar um fenótipo multigênico. Como efeito, foram identificados genes que atribuem pequena ou moderada participação na regulação daqueles fenótipos.

Um atleta recordista em determinada modalidade pode exibir variantes genéticas que ampliam ou bloqueiam determinadas funções fisiológicas. Esta bagagem genética só pode ser apreciada mediante a genotipagem do atleta. Nesse sentido, uma associação positiva entre uma variante em um gene e uma resposta fisiológica sugere que tal variante participa na modulação de um determinado fenótipo de desempenho físico. Entretanto, esta associação positiva não expõe o percentual da participação de determinado gene na modulação do fenótipo. Além disso, um mesmo gene pode modular dois ou mais fenótipos distintos e ter diferentes percentagens de participação na modulação dos mesmos.

## **A hipertrofia muscular**

A definição de hipertrofia muscular está ligada ao aumento do tamanho da fibra muscular em decorrência treinamento com cargas elevadas, podendo ser temporária ou crônica. Isso ocorre porque o corpo humano precisa se recuperar do estresse sofrido aumentando o tamanho do músculo para que possa suportar mais força e assim, conseqüentemente ampliar o desempenho físico.

As implicações provenientes do treinamento vêm exclusivamente nos segmentos trabalhados e quando se emprega especialmente os movimentos em sua total amplitude, com ritmo lento ou moderado e com respiração persistida (BARBOSA et al., 2000).

Nesse sentido, entende-se que o tecido muscular só é ativado quando se sobrepõe tensão sobre suas fibras, caso isso não suceda ele não será beneficiado com o treinamento. Essa tensão deve corresponder pelo menos a 2/3 da força total do músculo, ou superior a comumente tolerada (FLECK; KRAEMER, 2007).

Os ganhos de força ocorrem devido a habilidade dos músculos ampliarem tensão e a do sistema nervoso ativá-los, dentre os mecanismos para expandir a força, os principais são a melhor coordenação neuromuscular, o maior número de miofibrilas e a maior requisição de unidades motoras. (FARINATTI; MONTEIRO, 2005). Ou seja, são alcançados pelo maior recrutamento de unidades motoras e dependem diretamente do maior esforço voluntário, do adequado desempenho do sistema nervoso central e de melhor função simpática e da placa motora.

Milhares de miofibrilas em paralelo embebidas pelo sarcoplasma compõem as fibras musculares. As miofibrilas são filamentos de actina e miosina conectados e que são responsáveis pela contração muscular. No interior do sarcoplasma, são encontradas moléculas de glicogênio, Adenosina Trifosfato (ATP) e fosfocreatina, além de enzimas e glicose. Além destas estruturas, existe o sarcômero e o retículo sarcoplasmático, diretamente conexo à contração muscular. A hipertrofia muscular crônica é um processo adaptativo que deriva da replicação dessas miofibrilas em paralelo dentro das fibras musculares já existentes (VILLANUEVA et al, 2014).

Compreende-se que o balanço positivo entre a síntese e a degradação proteica, é alcançado através da coordenação associada de vias de sinalização intracelular. Este equilíbrio promove o crescimento da fibra muscular, juntamente com a ampliação de força. O remodelamento do músculo esquelético trata-se, portanto, de um processo responsivo a sinais extracelulares mediados pelo treinamento físico, hormônios, atividade neural, fatores de crescimento e citocinas (FERNANDES et al, 2008).

Ressalta-se que dentre os eventos que sucedem no interior das fibras musculares hipertrofiadas, tem-se: o número de miofibrilas aumenta em relação ao grau de hipertrofia, ocorre um aumento de quase 120% das enzimas que compõem o sistema metabólico do fosfogênio, o número de moléculas de glicogênio armazenado e de triglicerídeos dobra. Como consequência destas modificações, os metabolismos anaeróbio e aeróbio se elevam, como consequente acréscimo da velocidade máxima de oxidação (GUYTON; HALL, 2011).

Enfatiza-se que um dos processos que fazem parte da hipertrofia consiste na ativação das células satélites, que são responsáveis pelo reparo e regeneração das fibras musculares e são estimuladas por exercícios físicos, sobrecarga mecânica e traumas. Podem ativar programas miogênicos e se diferenciar em miócitos maduros e isto permite a restauração e hipertrofia das miofibrilas existentes ou a formação de novas miofibrilas (FERNANDES et al, 2008).

São etapas da regeneração muscular: a etapa degenerativa e regenerativa. Na primeira etapa, inicia-se uma necrose das fibras musculares e consequente rompimento das miofibrilas sarcolemas, o que resulta na ampliação de níveis séricos de proteínas musculares. Na etapa regenerativa, acontece a proliferação celular e é nesta ocasião que as células satélites cumprem seu papel. Uma vez que a síntese de células miogênicas se complete, estes novos mioblastos constituídos aumentam em tamanho e movem o núcleo para a periferia da fibra muscular. Sob condições normais, o músculo regenerado tem características morfológicas e funcionais idênticas a um músculo que nunca sofreu danos (FERNANDES et al, 2008).

Um fator importante que colabora para a hipertrofia muscular é a ação das proteínas sobre a liberação de hormônios como a insulina, o que permite a apreensão de aminoácidos para o interior da célula muscular, otimizando a síntese proteica (FARNFIELD et al, 2009).

Contudo, a hipertrofia muscular parece acontecer de modo mais acentuado após algumas semanas de treinamento. Apesar de existir uma convergência em se integrar os níveis de força muscular com o tamanho da área de secção transversa do músculo, essa relação parece ser verdadeira exclusivamente quando as adaptações neurais já foram, em grande parte, manifestadas. Nesse sentido é imprescindível tempo para constatar aumento de massa muscular e consequente otimização do desempenho físico (BUCKLEY et al, 2010).

Geralmente, na atividade física, é proporcionado ao músculo esquelético, um trabalho mecânico que, como implicação, leva ao dano muscular que posteriormente tem como resposta um processo inflamatório agudo, dor, perda de massa magra, micronutriente e água. Existem indicativos de que a grande parcela dos ganhos de força muscular nos períodos iniciais de um programa de treinamento seja ocasionada por aumento na frequência de disparos, na ativação muscular total, nasincronização das unidades motoras e pela diminuição da ativação dos músculos antagonistas no decorrer da atividade física (DIAS et al, 2005).

Além disso, acrescenta-se que uma das modificações que são originadas pela hipertrofia muscular refere-se à elevação do número e da dimensão das mitocôndrias nas células musculares, o que irá otimizar a capacidade de algumas fibras musculares de aproveitarem ácidos graxos como fonte de energia. Isto denota que se existir uma baixa ingestão prolongada de gorduras, existirá déficit em alguns hormônios, vitaminas lipossolúveis e ácidos graxos essenciais. (DUNFORD, 2012). Nesse sentido, para que os resultados sejam o mais positivo possível, os atletas devem seguir uma dieta rigorosa e prescrita por um nutricionista.

## CONCLUSÕES

Através desse artigo foi possível compreender que diversos genes podem ter a capacidade de promover ganhos substanciais no desempenho de atletas. Neste caso, genética individual deve ser amplamente considerada, pois têm impacto sobre a aptidão física de cada pessoa. De acordo com os autores analisados ficou-se evidenciado

também que um pequeno percentual da população carregada uma bagagem genética das características físicas indispensáveis para o sucesso atlético.

É importante destacar que o mapeamento genético é fundamental não exclusivamente para o desempenho nas atividades dos grandes atletas, como também em qualquer atividade física que as pessoas “comuns” se propõem a realizar, claro, que deve se levar em consideração a concepção genética, fisiológica, visto que, de acordo com a atividade física, muitos sistemas fisiológicos do organismo poderão ser acionados.

Também se conclui que a hipertrofia muscular pode contribuir de forma significativa para a otimização do desempenho de atletas, visto que quando se estimula uma musculatura, há uma quebra das ligações internas desse local. Isso provocará uma inflamação (micro-lesão) local. Contudo, após o treino, essa circunstância vai se invertendo até que se inicie a síntese protéica, que irá preencher os locais degradados com proteínas específicas, o que ocasionará o aumento das miofibrilas, conseqüentemente o aumento da musculatura e da melhoria na aptidão física.

Por fim, espera-se que as reflexões aqui realizadas sirvam de subsídios para futuros estudos sobre o tema abordado, e que também sirvam para incentivar atletas e profissionais de saúde, sobretudo, futuros médicos, a cada vez mais atuarem de forma interdisciplinar, ou seja, através da troca de saberes, em prol da qualidade de vida não exclusivamente de atletas, mas de todas aqueles que almejam iniciar ou dar continuidade à determinada atividade física.

## REFERÊNCIAS

- AZEVEDO, P. H. S. M.; DEMAMPRA, T. H.; OLIVEIRA, G. P.; BALDISSERA, V.; MENDONÇA, M. B.; MARQUES, A. T.; OLIVEIRA, J. C.; PEREZ, S. E. A. Efeito de 4 semanas de treinamento resistido de alta intensidade e baixo volume na força máxima, endurance muscular e composição corporal de mulheres moderadamente treinadas. **Brazilian Journal of Biomotricity**, v. 1, n. 3, 2007.
- BARBOSA, A. R; et. al. Efeitos de um programa de treinamento contra resistência sobre a força muscular de mulheres idosas. **Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde**, v.5, n.3, p.12-20, 2000.
- BRAY, M.S. HAGBERG J.M. PERUSSE, L. RANKINEN T. ROTH, S.M. WOLFARTH, B. et al. **The human gene map for performance and health-related fitness phenotypes: the 2006-2007 update**. Med Sci Sports Exerc 2009. Disponível em:< [www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19123262](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19123262)>. Acesso: 20 de maio de 2017.
- BUCKLEY, J. D.; THOMSON, R. L.; COATES, A. M.; HOWE, P. R. C.; DENICHILO, M. O.; ROWNEY, M. K. Supplementation with a whey protein hydrolysate enhances recovery of muscle force-generatin capacity following eccentric exercise. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 13, 2010.
- DIAS, R. M. R. D.; CYRINO, E. S.; SALVADOR, E. P.; NAKAMURA, F. Y.; PINA, F. L. C.; OLIVEIRA, A. R. Impacto de oito semanas de treinamento com pesos sobre a força muscular de homens e mulheres. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 11, n. 4, 2005.
- DIAS, R.G. PEREIRA, A.C. NEGRÃO, C.E. KRIEGER, J.E. Polimorfismos genéticos determinantes da performance física em atletas de elite. **Rev Bras Med Esporte**, 2007.
- DUNFORD, M. **Fundamentos de nutrição no esporte e no exercício**. Manole, São Paulo, 2012.
- FARINATTI, P. T. V.; MONTEIRO, W. D.; **Fisiologia e Avaliação Funcional**. Editora Sprint, 2005.
- FARNFIELD, M. M.; CAREY, K. A.; GRAN, P.; TRENERRY, K.; CAMERON-SMITH, D. Whey protein ingestion activates mTOR-dependent signaling after resistance exercise in young men: A double-blinded randomized controlled trial. **Rev. Nutrients**, v. 1, 2009.
- FERNANDES, T.; SOCI, U. P. R.; ALVES, C. R.; CARMO, E. C.; BARROS, J. G.; OLIVEIRA, E. M. Determinantes moleculares da hipertrofia do músculo esquelético mediados pelo treinamento físico: estudo de vias de sinalização. **Rev. Mackenzie de Educação Física e Esporte**, v. 7, n. 1, 2008.
- FLECK, S.; KRAEMER, W. **Fundamentos do treinamento de força muscular**. Porto Alegre: Ed. Artmed, 2007.

GUYTON, A. C.; HALL, J. E. **Tratado de fisiologia médica**. Local Saunders Elsevier, 2011.

REBBECK, T.R. SPITZ. M, Wu. X. **Assessing the function of genetic variants in candidate gene association studies**. Nat Rev Genet 2004. Disponível em:< [www.nature.com/nrg/journal/v5/n8/full/nrg1403.html](http://www.nature.com/nrg/journal/v5/n8/full/nrg1403.html)> Acesso: 20 de maio de 2017.

VILLANUEVA, M. G.; HE, J.; SCHROEDER, E. T. Periodized resistance training with and without supplementation improve body composition and performance in older men. Eur. **Journal Appl. Physiology**, v. 114, 2014.