

Há relação da genética humana sobre o alongamento e força muscular: uma revisão bibliográfica

There is a relationship of human genetics on stretching and muscle strength: a literature review

Existe una relación da la genética humana sobre el estiramiento y la fuerza muscular: revisión de la literatura

Recebido: 22/12/2022 | Revisado: 04/01/2023 | Aceitado: 07/01/2023 | Publicado: 09/01/2023

Edna Bezerra de Araújo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6539-554X>

Fisioterapia Campos, Brasil

E-mail: ednabezerra23@gmail.com

Nelson Francisco Serrão Júnior

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0280-0752>

Universidade Federal do Pampa, Brasil

Instituto Educacional Campos, Brasil

E-mail: dnelsonserrao@gmail.com

Resumo

Introdução: O treinamento físico realizado de forma regular, busca minimizar o surgimento de patologias, manutenção do sistema orgânico e melhora da qualidade de vida, podendo ser adquirido através do ganho de flexibilidade, aumento do fortalecimento muscular e maior resistência corporal. Havendo ainda pessoas que além de realizarem o treinamento físico para alcançar esses benefícios, também utilizam o mesmo como forma de trabalho e/ ou competição, os chamados atletas. Atualmente pesquisas estudam se além de um acompanhamento profissional de treinamento e de uma alimentação saudável a genética do DNA humano possa ter influência na aptidão física do atleta fazendo com que este tenha uma melhor performance física no seu esporte diminuindo os riscos de lesões. **Objetivo:** Realizar uma revisão bibliográfica de achados científicos na literatura buscando a relação da genética humana com o alongamento e força muscular, além de ampliar o conhecimento dos profissionais apontando as melhores formas de conseguir bons resultados e minimizar os riscos de lesões. **Metodologia:** Trata-se de um estudo de pesquisa bibliográfica nas bases de dados Scielo, Pubmed, PEDro, Science referente a relação da genética com o alongamento e força muscular. **Resultados:** Foram selecionados 137 artigos, onde 21 estudos foram incluídos nesta revisão, assegurando que a genética tem relação com o alongamento e força muscular. **Conclusão:** A genética humana tem influência nas características físicas do indivíduo, podendo assim contribuir para o trabalho do treinamento físico, buscando melhores resultados, além de minimizar os riscos de lesões.

Palavras-chave: Alongamento; Força muscular; Esporte; Fibras musculares; Polimorfismo genético.

Abstract

Introduction: Physical training performed on a regular basis seeks to minimize the appearance of pathologies, maintenance of the organic system and improvement in quality of life, which can be acquired through flexibility gain, increased muscle strength and greater body resistance. There are still people who, in addition to performing physical training to achieve these benefits also use it as a form of work and/ or competition, the so-called athletes. Currently, research is studying whether, in addition to professional training monitoring and healthy eating, the human DNA genetics can have an influence on the athlete's physical fitness, making it possible for him to have a better physical performance in his sport, reducing the risk of injuries. **Objective:** To carry out a literature review of scientific findings in the literature seeking the relationship of human genetics with stretching and muscle strength, in addition to expanding the knowledge of professionals pointing out the best ways to achieve good results and minimize the risk of injury. **Methods:** This is a bibliographic research study in Scielo, Pubmed PEDro, Science databases regarding the relationship of genetics with stretching and muscle strength. **Results:** 137 articles were selected, where 21 studies were included in the review, ensuring that genetics is related to stretching and muscle strength. **Conclusion:** Human genetics has an influence on the individual's physical characteristics, thus contributing to the work of physical training, seeking better results, in addition to minimizing the risk of injuries.

Keywords: Stretching; Muscle strength; Sport; Muscle fibers; Genetic polymorphism.

Resumen

Introducción: El entrenamiento físico realizado de forma regular busca minimizar la aparición de patologías, el mantenimiento del sistema orgánico y la mejora de la calidad de vida, que se puede adquirir a través de la ganancia de

flexibilidade, aumento de la fuerza muscular y mayor resistencia corporal. Todavía hay personas que, además de realizar entrenamiento físico para lograr estos beneficios, también lo utilizan del ADN humano puede influir en la condición física del deportista, posibilitando que éste tenga un mejor rendimiento físico en su deporte, reduciendo el riesgo de lesiones. **Objetivo:** Realizar una revisión bibliográfica de hallazgos científicos en la literatura buscando la relación de la genética humana con el estiramiento y la fuerza muscular, además de ampliar el conocimiento de los profesionales señalando las mejores formas de lograr buenos resultados y minimizar el riesgo de lesión. **Métodos:** Se trata de un estudio de investigación bibliográfica en las bases de datos Scielo, Pubmed, PEDro, Science sobre la relación de la genética con el estiramiento y la fuerza muscular. **Resultados:** Se seleccionaron 137 artículos, donde se incluyeron 21 estudios en esta revisión, asegurando que la genética está relacionada con el estiramiento y la fuerza muscular. **Conclusión:** La genética humana influye en las características físicas del individuo, contribuyendo así al trabajo de entrenamiento físico, buscando mejores resultados, además de minimizar el riesgo de lesiones.

Palabras clave: Estiramiento; Fuerza muscular; Deporte; Fibras musculares; Polimorfismo genético.

1. Introdução

A aptidão física está relacionada à saúde através de 5 componentes básicos: composição corporal, aptidão aeróbica, resistência muscular local, força e flexibilidade. Destas citadas, a força e a flexibilidade são variáveis fundamentais na aptidão física não só para a promoção e manutenção da saúde e da autonomia funcional, mas também para a prática esportiva eficaz e segura. A flexibilidade pode ser definida como a capacidade de mover uma articulação em sua amplitude articular máxima de movimento. O corpo humano se move por meio de rotações em torno de eixos articulares, o que significa que mobilidade é um termo mais preciso para descrever essa habilidade. Sendo assim, a flexibilidade corresponde a uma capacidade física, enquanto o alongamento é uma forma de desenvolver essa capacidade (Moscão, Vilaça-Alves & Afonso, 2020). O alongamento muscular é habitualmente realizado antes ou após as práticas de atividades físicas, com o intuito de aumentar a amplitude articular e a flexibilidade muscular. Alguns estudos recentes afirmam que o alongamento pré-exercício compromete a produção de força muscular e altera o desempenho do exercício (Alves, Lima, Andrade & Andrade, 2021).

Já a força muscular pode ser definida como uma conciliação de fatores morfológicos e neurais, incluindo a área e arquitetura da seção transversal do músculo, recrutamento da unidade motora, codificação da taxa, rigidez musculotendinosa, sincronização da unidade motora e inibição neuromuscular (Suchomel, Nimphius, Bellon & Stone, 2018), onde se refere à habilidade do tecido muscular de criar tensão e uma força resultante baseadas nas necessidades colocadas sobre o músculo, de forma mais específica, a força muscular é a maior força avaliada que pode ser exercida por um músculo ou conjunto muscular para conquistar a resistência durante um único esforço máximo. Enquanto isso, a força funcional relaciona-se à aptidão do sistema neuromuscular de efetuar, diminuir ou controlar as forças, contempladas ou exigidas, durante as atividades funcionais, de modo brando e organizado. A redução da força muscular pode auxiliar para grandes perdas funcionais até mesmo nas atividades diárias mais essenciais. Dentre os benefícios potenciais do exercícios resistidos, podemos citar: mudanças positivas na composição corporal que corresponde ao aumento da massa muscular magra ou diminuição da gordura corporal, redução de riscos de lesões nos tecidos moles durante as atividades físicas, provável melhora da capacidade de reparar e cicatrizar tecidos moles lesados em decorrência do impacto positivo sobre o remodelamento dos tecidos, otimização do desempenho muscular: restauração, melhora ou manutenção da força, potência ou resistência a fadiga, aumento das forças dos tecidos conjuntivos: tendões, ligamentos, tecido conjuntivo intramuscular, diminuição da sobrecarga nas articulações durante a atividade física, aumento da densidade mineral óssea ou menor desmineralização óssea, possível melhora no equilíbrio, otimização do desempenho físico ao longo das atividades diárias, ocupacionais e recreativas, possível melhora na percepção de incapacidade e qualidade de vida e aumento da sensação de bem estar físico (Kisner & Colby, 2009).

Podendo ainda ser de suma importância a prática do treinamento de resistência, podendo ser designado pelo consumo máximo de oxigênio e economia de movimento, sendo uma modalidade eficaz para aprimorar a função muscular, o desempenho funcional e os parâmetros de saúde em uma grande parte das populações saudáveis e clínicas. Entre os muitos

benefícios esperados, aumento do tamanho e força muscular são considerados relevantes e desejáveis por indivíduos e médicos, tanto para o desempenho quanto para a saúde e melhora funcional (Lopez, Radaelli, Taaffe, Newton, Galvão, Trajano et al. 2020).

A prática de atividade física regular é um fator a se considerar na terapêutica de inúmeras patologias, ganhando ênfase em um contexto atual de campanhas para prevenção e conscientização de um estilo de vida mais saudável, expressando mais de 50% da população brasileira comprometida em algum tipo de exercício. Mediante a inúmeros praticantes, há esportistas com desenvolvimento e desempenho físico extraordinários em relação à população geral, motivo que se tornou de interesse nas pesquisas por médicos desportistas. Acreditava-se que a alta performance era um fenômeno que estaria associado apenas a fatores extrínsecos, como o tipo do treinamento do atleta e um acompanhamento nutricional exigente que promoveria modificações morfofuncionais nos sistemas fisiológicos (respiratório, cardiovascular, endócrino, músculo-esquelético). Porém os fatores ambientais se tornaram insuficientes na tentativa de argumentar o fenótipo da alta performance, conduzindo o foco causal para a área da genética (Trindade, Rodrigues, Rodrigues, Moura & Almeida, 2017).

A utilização de técnicas de perfis genéticos pode ser proveitosa para aperfeiçoar individualmente os conteúdos de treinamento e para induzir positivamente o desempenho atlético, podendo ser citado, o treinamento preventivo específico que pode ser usado para prevenir lesões musculares na presença de predisposição genética desvantajosa. Os genes influenciam fatores como a composição da fibra muscular ou a atividade de enzimas aeróbicas e anaeróbicas. Além do que, genes e polimorfismos predispõem da mesma forma a força ou flexibilidade muscular e o suprimento de energia metabólica de um atleta (Appel, Zentgraf, Krüger & Alack, 2021).

Devido a ocorrência de grandes índices de indivíduos com pouco aproveitamento de suas características para se obter uma melhor performance e de potencializar os resultados com a saúde e minimizar o risco e número de lesões, o objetivo deste estudo foi realizar uma revisão bibliográfica de achados científicos na literatura buscando qual ser a relação da genética humana com o alongamento e a força muscular. Este estudo tem o propósito de ampliar o conhecimento dos profissionais da área da Fisioterapia apontando as melhores formas de se conseguir bons resultados com o treinamento e minimizar risco de lesões.

2. Metodologia

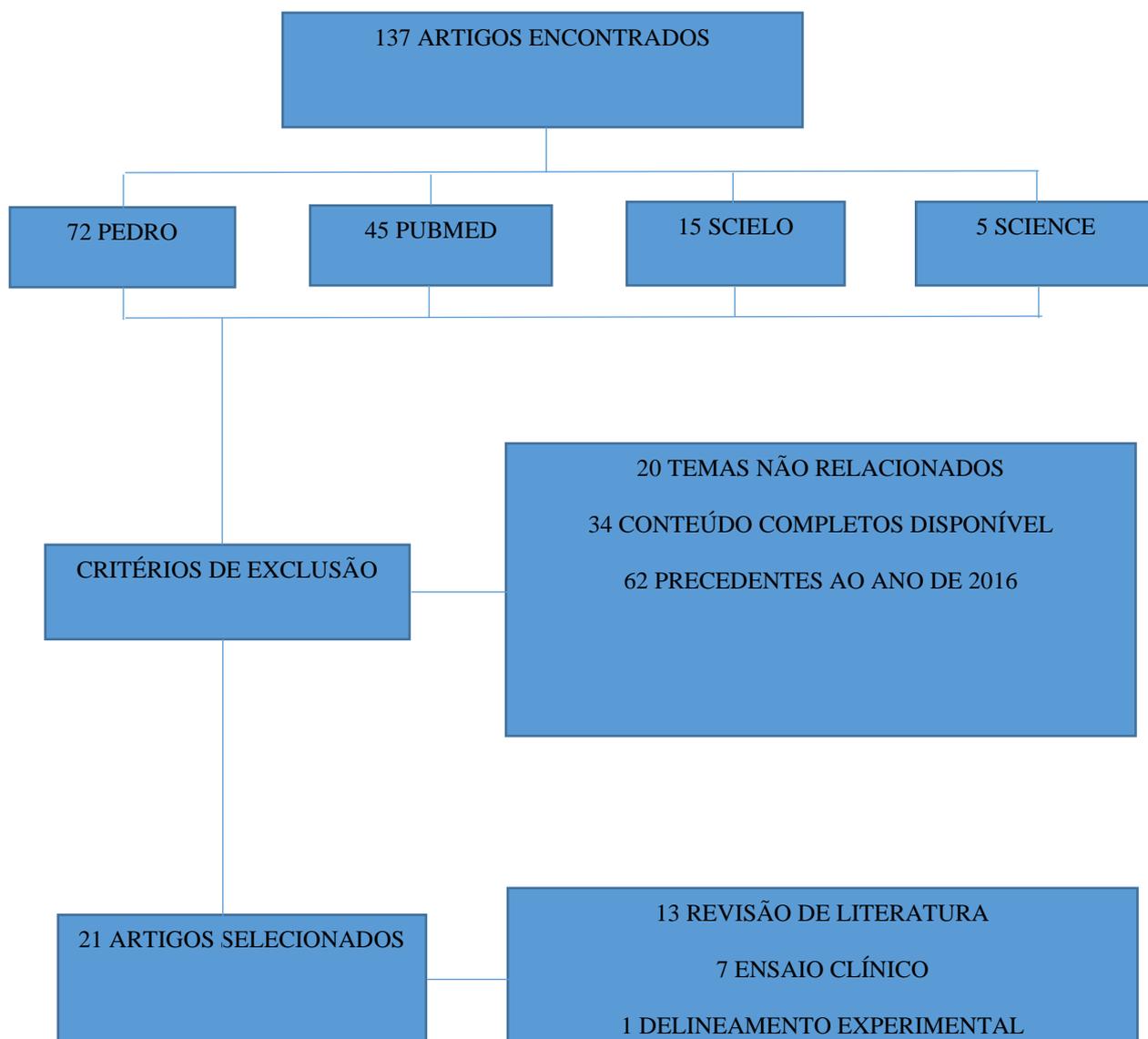
Este estudo consiste em uma revisão bibliográfica com seleção criteriosa de artigos, onde foram incluídos achados científicos na língua portuguesa, inglesa e em espanhol, pesquisados nas bases bibliográficas – Scielo, Pubmed, PEDro e Science publicados no período entre 2017 e 2021. Os descritores utilizados para a busca foram: Alongamento, Força muscular, Esporte, Fibras musculares, Polimorfismo genético. Com estes descritores foram feitos cruzamentos utilizando o AND, resultando em uma busca abrangente e criteriosa do tema. Foram excluídos os artigos científicos que não apresentavam associação com o tema proposto, artigos que não possuíam seu conteúdo completo disponível e precedentes ao ano de 2017.

3. Resultados

O total de artigos científicos encontrados foram 26.081 e após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, foram selecionados 137 artigos para o presente estudo, dos quais apenas 21 estavam se referindo com a relação da genética humana, o alongamento e a força muscular.

A pesquisa discriminada encontra-se no fluxograma (Figura 1) e a exposição dos artigos incluídos nesta revisão estão na Tabela 1.

Figura 1 - Fluxograma do processo de inclusão dos artigos a partir das bases de dados Scielo, Pubmed, PEDro e Science.



Fonte: Dados da Pesquisa.

A Figura 1 apresenta o fluxograma da pesquisa, relatando a quantidade de artigos selecionados no total para a realização desta revisão bibliográfica, número dos artigos que foram encontrados em cada uma das bases de dados selecionados, como também os critérios de exclusão, quanto artigos de inclusão e a classificação de cada artigo incluído.

Na tabela a seguir, encontram-se os principais achados dos estudos bibliográficos que foram denotados e sequenciados conforme objetivos estipulados para a presente pesquisa:

Tabela 1 - Principais achados dos estudos bibliográficos incluídos nesta revisão.

AUTORES	ANO	PAÍS	TIPO DE ESTUDO	OBJETIVO
Trindade et al	2017	Brasil	Revisão de literatura	Investigar a interação do gene com exercício físico, além da influência genética na regulação hormonal.
Farias et al	2017	Brasil	Revisão de literatura	Correlacionar as aptidões físicas de cada atleta a fim de encaminhá-lo ao esporte que obteria o maior desempenho.
Suchomel et al	2018	Austrália	Revisão de literatura	Descrever a importância implementação da força muscular para o desempenho seguindo vários métodos de treinamento.
Barbosa et al	2018	Brasil	Ensaio clínico cego, randomizado e controlado	Comparar os efeitos de uma sessão de alongamento estático ou dinâmico de isquiotibiais e um programa de 10 sessões na amplitude de movimento e desempenho funcional de indivíduos saudáveis.
Picherihg et al	2019	Espanha	Revisão de literatura	Esclarecer se os teste genéticos podem identificar talentos no esporte.
D'Aurea et al	2019	Brasil	Ensaio clínico	Avaliar os efeitos dos exercícios de resistência e alongamento no sono, humor e qualidade de vida em pacientes com insônia crônica.
Burgess et al	2019	África do Sul	Ensaio de controle randomizado	Investigar o impacto de um trecho específico, o contrair-relaxar-agonista-contrair (CRAC).
Kim SY et al	2019	EUA	Revisão sistemática	Avaliar os benefícios e malefícios do treinamento de exercícios de flexibilidades em adultos com fibromialgia.
Chaabene et al	2019	Alemanha	Revisão de literatura	Resumir achados sobre os efeitos agudos do alongamento estático na força muscular e desempenho de potência.
Tharabenjasin et al	2019	Tailândia	Pesquisa bibliográfica	Constatar a associação do polimorfismo PPARGC1A Gly428Ser com habilidade atlética e o desempenho esportivo.
Moro et al	2020	EUA	Ensaio clínico	Avaliar se o treinamento físico de resistência promove adaptações específicas do tipo de fibras em adultos mais velhos.
Lopez et al	2020	Alemanha	Revisão sistemática	Explorar a dosagem do treinamento de resistência para hipertrofia e força muscular em adultos jovens saudáveis.
Nunes et al	2020	Brasil	Revisão bibliográfica	Investigar se o treinamento de alongamento é uma estratégia viável para induzir hipertrofia muscular em humanos.
Souza et al	2020	Brasil	Pesquisa experimental cruzada	Investigar o efeito agudo do alongamento estático em isquiotibiais no desempenho de repetições máximas adotando o treinamento de endurance muscular.
Valença et al	2020	Brasil	Estudo randomizado, simples-cego, de grupos paralelos	Verificar os efeitos de treinamento de flexibilidade realizado em diferentes intensidades em adultos jovens.

Moscão et al	2020	Portugal	Revisão de Literatura	Averiguar os efeitos do alongamento estático no movimento humano e um treinamento de força como alternativa mais robusta.
Pallone et al	2020	Roma	Análise ultraestrutural	Investigar os efeitos de diferentes métodos de treinamento aeróbico contínuo em camundongos por meio de abordagens funcionais, morfológicas e biomoleculares.
Appel et al	2021	Alemanha	Revisão sistemática	Avaliar os efeitos das variações genéticas e polimorfismo no desempenho esportivo e susceptibilidade a lesões.
Cesár et al	2021	Brasil	Delineamento experimental	Verificar o efeito agudo do alongamento estático dos isquiotibiais sobre o desempenho de força e ativação mioelétrica da musculatura antagonista.
Santos et al	2021	Brasil	Pesquisa bibliográfica	Demonstrar se o teste genético pode influenciar nas capacidades força e resistência.
Alves et al	2021	Brasil	Pesquisa descritiva com abordagem exploratória quantitativa	Avaliar o impacto do alongamento na flexibilidade e força muscular de indivíduos que praticam atividade física.

Fonte: Dados da Pesquisa.

4. Discussão

Podemos determinar programas de treinamento de exercícios como aqueles que envolvem movimentos de uma articulação ou de um agrupamento de articulações, por meio de uma amplitude completa de movimento, tendo em vista, as principais unidades músculo-tendinosas (Kim, Busch, Overend, Schachter, Boden, Goes et al. 2019). Dentre os inúmeros benefícios que são atingidos com a realização de atividade física regular podemos citar o combate ao excesso de peso corpóreo, redução da pressão arterial, ajudar no controle da glicemia e colesterol, fortalecimento de músculos e ósseos, adquirir força e resistência muscular, promover a melhora do sono, a qual vem sendo nos últimos anos uma queixa muito comum afetando 15% da população em geral em todo o mundo, podendo ser definida por dificuldade em adormecer ou de permanecer dormindo, acordar muito cedo ou de não sentir satisfeito com o sono por pelo menos 3 meses, afetando desse modo, o rendimento diurno e causando déficit de atenção, além de fadiga e humor negativo, diminuindo a qualidade de vida dos pacientes, analisou (D'Aurea, Poyares, Passos, Santana, Youngstedt, Souza et al. 2019) e sensação de bem-estar.

É de grande conhecimento que alguns indivíduos são naturalmente talentosos em características físicas específicas, onde as quais estas estão relacionadas ao desempenho esportivo. Ao que tudo indica, indivíduos talentosos vem de famílias talentosas, dando a ideia de que a genética é relativamente responsável pelas características físicas, fisiológicas ou antropométricas que são essenciais para atingir o sucesso atlético (Pickering, Kiely, Grgic, Lúcia & Del Coso, 2019). O que também pode auxiliar os treinadores a um indicativo de como alguém provavelmente irá responder a um determinado tipo de exercício, praticantes a individualizar o treinamento de seus atletas, ajudar pacientes maximizando assim a recuperação e adaptação, enquanto reduz o risco de lesões relacionados à sobrecarga. Podemos por exemplo citar as distensões dos isquiotibiais que estão entre as lesões esportivas de maior ocorrência e são responsáveis por um número expressivo de competições perdidas para atletas de elite em uma variedade de códigos esportivos. Existe uma elevada taxa de recorrência de distensões dos isquiotibiais que interfere no retorno do atleta ao jogo, e aponta a natureza persistente da lesão, isso porque é uma estrutura particularmente vulnerável durante atividades esportivas que abrangem aceleração e desaceleração repentina e saltos, como hóquei em campo e futebol (Burgess, Vadachalam, Buchholtz & Jelsma, 2019).

O alongamento muscular é um dos componentes fundamentais dos programas de exercícios e condicionamento físico, e sua resposta primária é o ganho de flexibilidade. Apesar de alguns estudos mostrarem que os exercícios de alongamento aumentam a amplitude de movimento (ADM), é constatado que o alongamento agudo não tem mostrado impacto sobre o risco de lesão muscular (Barbosa, Dantas, Silva, Souza & Vieira, 2018). Sendo assim esta é atualmente considerada uma valência física que pode colaborar para inúmeros efeitos benéficos à saúde, como ascensão da capacidade funcional nas ocupações diárias, manutenção e ganho de amplitude articular, sem deixar de mencionar as melhorias na estabilidade postural e equilíbrio (Souza, Teixeira, Corte, Batista, Miranda & Paz, 2020). Podendo ainda ser citado, segundo (Cesár & Silva, 2021) a redução da tensão passiva e de modo consequente a rigidez do tecido, sendo capaz de resultar em uma melhora mecânica do movimento articular, sem esquecer de mencionar, que a elevação aguda da ADM vem sido mencionado na literatura como um de seus principais benefícios tanto no rendimento esportivo quanto na reabilitação de lesões.

Os exercícios de alongamento muscular constituem como parte da rotina de fisioterapeutas e profissionais de educação física quando se tem o objetivo de proporcionar ganhos de flexibilidade em indivíduos saudáveis ou em reabilitação. Embora extensivamente praticado, há evidências limitadas que apoiam a inclusão de exercícios de alongamento precisas, principalmente em relação à intensidade necessária para otimizar os ganhos de flexibilidade (Valença, Soares, Cavalcante, Beltrão, Nascimento, Pitangui et al. 2020).

Nunes, Schoenfeld, Nakamura, Ribeiro, Cunha & Cyrino (2020) descrevem que o treinamento de flexibilidade é extensamente utilizado em uma variedade de capacidades que estão relacionadas ao condicionamento físico, promovendo assim, a aquisição da amplitude de movimento das regiões articulares, a prevenção de contraturas e proporcionar o alívio das lesões.

Existem 4 categorias amplas de exercícios alongamento: alongamento estático, alongamento cíclico, alongamento balístico e técnicas de alongamento baseadas nos princípios da facilitação neuromuscular proprioceptiva (FNP). Cada uma dessas abordagens pode ser realizada de maneiras distintas: de forma manual ou mecanicamente, passiva ou ativamente e pelo fisioterapeuta ou realizada independentemente pelo paciente. As evidências por meio de pesquisas mostram que as intervenções utilizando o alongamento podem melhorar a flexibilidade, aumentar a amplitude de movimento (ADM), prevenção de lesões ou redução de riscos, prevenção ou redução de dor muscular pós-exercício e a melhora do desempenho físico. Contudo as evidências que suportam essas alegações são, em sua maioria, confusas. Há ainda a importância de se conhecer os determinantes das intervenções de alongamento, podendo ser citados:

O alinhamento que corresponde ao posicionamento do membro ou do corpo, de modo que a força de alongamento seja direcionada para o grupo muscular apropriado; A estabilização onde a fixação de um local de inserção do músculo à medida que a força é aplicada à outra inserção óssea; A intensidade do alongamento que refere-se a magnitude da força de alongamento aplicada; Duração do alongamento que está interligado com o período no qual a força de alongamento é aplicada durante um ciclo de alongamento; Velocidade do alongamento, que está relacionado com a aplicação inicial da força de alongamento; Frequência do alongamento que condiz ao número de sessões de alongamento por dia ou por semana; e o modo de Alongamento que corresponde a forma ou maneira com que a força de alongamento é aplicada (estática, balística, cíclica); grau de participação do paciente (passivo, assistido, ativo); e a força da fonte do alongamento - manual, mecânica, o próprio paciente (Kisner & Colby, 2009).

Enquanto isso, a força muscular pode ser concluída como a maior força determinável que pode ser exercida por um músculo ou agrupamento muscular para superar a resistência no decurso de um único esforço máximo, sendo assim a força muscular diminuída pode acarretar para grandes perdas funcionais até mesmo nas atividades diárias que requerem o mínimo dessa capacidade física (Kisner & Colby, 2009).

Os músculos esqueléticos desempenham papéis fundamentais no metabolismo, gasto de energia, força física e atividade locomotiva. Os tipos de fibras musculares do corpo são heterogêneos, podendo ser classificados como tipos oxidativos e tipos glicolíticos, sendo assim, as do tipo oxidativo são resistentes à fadiga e usam metabolismo oxidativo, enquanto as fibras com tipo glicolítico são sensíveis à fadiga e preferem metabolismo glicolítico (Tharabenjasin, Pabalan & Jarjanaz, 2019).

Moro, Brightwell, Volpi, Rasmussen & Fry (2020) relatam que o treinamento físico resistido (RET) é um método eficaz para superar a perda de massa muscular e aperfeiçoar a força, com maior efeito nas fibras do tipo II. O envelhecimento induz um decréscimo fisiológico na função e morfologia do músculo humano, envolvendo atrofia das fibras do tipo II e um aumento no número das fibras do tipo I. Sendo assim, treinamento físico resistido progressivo proporciona maior volume da fibra muscular esquelética e a área da secção transversal independentemente do acréscimo mionuclear, direcionando a uma expansão do domínio mionuclear, ou seja, as fibras do tipo II sofreram hipertrofia e mostraram plasticidade do domínio mionuclear, por outra perspectiva a acumulação mionuclear ocorreu nas fibras do tipo I na ausência de uma resposta robusta. O RET ainda, elevou a interação célula-capilar e diminuiu a densidade lipídica intramiocelular melhorando desta forma, a qualidade muscular.

Segundo (Pallone, Palmieri, Cariati, Bei, Masuelli, D'Arcangelo & Tancredi, 2020) as repercussões de um treinamento na estrutura muscular são dependentes de mudanças adaptativas induzidas por intensidades diferentes de exercícios físicos. Estudos mostram que o treinamento aeróbico é capaz de proporcionar mudanças adaptativas na estrutura muscular baseado na intensidade resultando em diferentes tipos de plasticidade muscular, promovendo aumento da coordenação e resistência de força em testes funcionais.

Os resultados do alongamento, principalmente o estático, nas atividades subsequentes de força e potência tem sido um dos assuntos mais debatidos na literatura da área do esporte nos últimos anos. Evidências recentes sugerem que, quando incluídos em uma rotina de aquecimento completo, o alongamento estático (StS) de curta duração pode até mesmo contribuir para reduzir o risco de lesões musculotendinosas, principalmente em atividades de alta intensidade, podendo ser citadas a corrida rápida e velocidade de mudança de direção. Aparentemente no período do StS de curta duração, a ativação neuromuscular e a rigidez musculotendinosa parecem não ser afetadas em comparação com o StS de longa duração. Mais precisamente, a temperatura muscular alta leva a um aumento da velocidade de condução de fibras musculares e uma melhor ligação das proteínas contráteis (actina, miosina), sabendo disso o StS de curta duração deve ser incluído como um importante elemento constituinte de aquecimento antes da realização de atividades recreativas, devido ao seu potencial efeito positivo na flexibilidade e na prevenção de lesões musculares (Chaabene, Behm, Negra & Granacher, 2019).

Atualmente os traços genéticos estão estreitamente relacionados com o desempenho físico humano, sendo assim foi sugerido que a hereditariedade de estado atleta foi estimada em cerca de 66%. Os investigadores estão dedicados em observar a contribuição dos perfis genéticos para o desempenho esportivo e determinar os mecanismos subjacentes envolvidos em domínios específicos de desempenho atlético. Tendo como principal intuito ajudar os médicos e treinadores para reconhecer e direcionar indivíduos com potencial genético para serem atletas de elite. A análise de diversos fatores genéticos, especialmente os polimorfismos de DNA, vem sendo aplicada como uma abordagem relativamente nova para a compreensão do rendimento esportivo. Os polimorfismos de DNA sequenciais de bases que diferem das consideradas “normais”, ou seja, que apresentam menor frequência em uma determinada classe de pessoas. Algumas pesquisas relatam que certos polimorfismos de DNA podem haver relação com o rendimento esportivo, tanto em modalidade de curta duração e com elevada demanda da força muscular, quanto em provas de longa duração, dependentes primordialmente do metabolismo aeróbico. Estudos genéticos associam 23 genes capazes de influenciar no fenótipo de resistência, dos quais o projeto DNA Olímpico enfoca dois, principalmente relacionados a performance física: a proteína alfa-actinina-3 (ACTN3) e a enzima conversora de angiotensina

(ACE). A expressão de determinados genes pode estar associada com exercícios que exigem força, velocidade, potência e resistência. Certos fatores colaboram para o desenvolvimento técnico esportivo como, preparação mental, alimentação, treinamento físico e fatores genéticos. Variantes genéticas também são observadas em genes com potencial em influenciar as conexões neurais, sendo capaz de afetar características do humor, percepção de esforço, inteligência emocional, positivismo e agressividade (Farias, Barroso, Cavalcante & Parente, 2017).

Trindade et al (2017) orientam que o ACTN3 é responsável pela codificação da proteína alfa-actinina-3, que pertence a uma classe de mais três proteínas (alfa-actininas-1, 2 e 4). Ela se encontra apenas em fibras musculares de contração rápida (fibras musculares tipo 2 ou fibras brancas), sabendo que essas fibras musculares possuem maior aquisição de massa muscular, volume e tônus ao se comparar com as fibras de contração lenta (fibras musculares tipo 1 ou fibras vermelhas).

Sendo essa uma proteína sarcomérica, o gene ACTN3 que codifica a proteína alfa-actina-3 possui uma função fundamental na produção de contrações e explosões musculares. Uma deficiência de alfa-actinina 3 (genótipo XX) reduz força, massa muscular e o diâmetro de fibras de contração rápida, porém aumenta a proporção de fibras musculares de contração lenta. Entre os polimorfismos do gene ACTN3, apenas R577X foi relacionado a qualquer exercício de resistência, força e potência. Desta forma, resultados encontrados relatam que o polimorfismo ACTN3 (R577X) não possui obrigatoriamente ligação com a capacidade de força e potência do atleta. Assim, os genótipos ACTN3 R/R e R/X estão associados a uma predisposição a esportes de força como levantadores de peso, halterofilismo, entre outros. Também podendo ser citado entre os diferentes polimorfismos associados ao esporte temos a Enzima Conversora de Angiotensina (ECA), podendo esta ser designada como um componente essencial para o funcionamento do sistema resina-angiotensina-aldosterona (RRA), onde sua principal função é converter a angiotensina I em angiotensina II, hormônio vasoconstritor, além de degradar cininas vasodilatadoras. Desta maneira, a ECA atua no controle da pressão arterial (PA). Há uma forte conexão fisiológica entre uma condição física de um atleta e valores máximos aumentados de recuperação da pressão arterial, podendo assim ser citados os seguintes parâmetros: atletas de resistência apresentam valores reduzidos, atletas de esportes mistos obtêm valores intermediários e atletas de força/Sprint possuindo valores mais elevados. Em treinamentos de força, a fase de contração estática e concêntrica reduzem mecanicamente os vasos sanguíneos periféricos que suprem os músculos ativos no momento, proporcionando a um aumento relevante da resistência periférica e redução da perfusão muscular. Desta maneira, essas modificações provocam a ativação do sistema nervoso simpático, elevando a pressão arterial média e do débito cardíaco. Entre os inúmeros polimorfismos do gene, pesquisas indicam ECAI/I sendo associados a esporte de resistência e do outro lado I/D a atletas de potência e força. Indivíduos que apresentam alelos D/D possuem nível de atividade ECA elevada e está relacionada a elevação da pressão arterial, distúrbio metabólico e cardiovasculares. Sendo assim, o alelo I promove uma menor atividade enzimática da ECA e está associada a melhor desempenho em exercícios de resistência, porém por outro lado, o alelo D está relacionado a maior força e volume muscular basal, e um percentil elevado de fibras de contração rápida fundamentais para atletas de potência e força (Santos, Andrade, Souza, Lázari, Mustafé, Ferreira et al. 2021).

No estudo de (Tharabenjasin et al. 2019) a capacidade atlética define o desempenho esportivo, o coativador-1-alfa do receptor gama ativado por proliferador de peroxissoma (PPARGC1A ou PGC-1 α) despertou interesse para as funções variadas das proteínas que codifica. PPARGC1A é codificado pelo gene PPARGC1A em humanos, o que é determinante na adaptação muscular induzida por treinamento, pois co-ativa um conjunto de fatores de transcrição que controlam inúmeras respostas biológicas. Alguns estudos que enfocam a associação de PPARGC1A com desempenho esportivo, Gly482Ser tem sido considerado um polimorfismo genético promissor na determinação do status do desempenho no esporte para atletas de força e resistência, podendo esse polimorfismo ser considerado o fator genético que predetermina a capacidade aeróbica. A PPARGC1A possui inúmeras funções fisiológicas podendo ser citadas: regulação do metabolismo da energia celular, regulação da expressão dos genes que codificam enzimas-chave envolvidas na oxidação de ácidos graxos e fosforilação oxidativa,

promove o metabolismo da glicose por meio da regulação positiva de genes gliconeogênicos hepáticos e mede a troca do tipo de fibra muscular esquelética. A associação de força, potência de pico e habilidade de sustentar esforços de alta intensidades por longos períodos durante uma competição é o processo que utiliza o metabolismo oxidativo. A troca do tipo de fibra muscular esquelética envolve a transição do tipo IIb glicolítico para os tipos IIa e I ricos em mitocôndrias, o que caracteriza desempenho esportivo entre atletas de força. A quantidade mitocondrial nas fibras musculares recrutadas provavelmente determina a potência máxima sustentável. Além da PPARGC1A ser identificada como regulador mestre da biogênese mitocondrial, foi também apresentado para regular proteínas envolvidas na angiogênese e defesa antioxidante, bem como afetar a expressão de marcadores inflamatórios. A proteína PPARGC1A retratou controlar a plasticidade muscular e suprimir a resposta inflamatória. O exercício agudo induz estresse oxidativo, mobiliza a resposta inflamatória e favorece a maior expressão de PPARGC1A que pode facilitar o desempenho esportivo de atletas de resistência.

Sabendo ainda, que as variantes gênicas do grupo MMP (rs591058 e rs679620) e o polimorfismo COL5A1 rs13946 foram associados à suscetibilidade a lesões de atletas competitivos. Segundo pesquisas anteriores, as variantes gênicas do grupo MMP e o polimorfismo COL5A1 rs13946 podem estar ligados à suscetibilidade a lesões de atletas de modo de herança dominante. Poucos estudos estão disponíveis sobre o polimorfismo FOXP3 e FCLR3, BMP4 e o grupo FGF. Nesse caso, tanto o FCLR3 – 169T>CrS7528684 quanto a variante do gene BMP4 rs2761884 foram encontrados com mais frequência em relação à suscetibilidade a lesões em atletas competitivos. Desta maneira, com o conhecimento da existência de polimorfismos específicos, que podem ser fatores de riscos para lesões, o procedimento de cicatrização pode ser influenciado de forma benéfica buscando criar programas específicos de prevenção de lesões individualizadas e as fraquezas devem ser compensadas preventivamente por meio do fortalecimento muscular direcionado, mobilizações e fisioterapia (Appel et al. 2021).

5. Conclusão

Estudos referente a influência da genética sobre os sistemas do organismo humano, já não podem deixar de serem levados em consideração. Baseado nas evidências bibliográficas analisadas, pode-se concluir que a genética humana tem influência nas características físicas do indivíduo, podendo desta forma auxiliar no trabalho do treinamento deste atleta buscando maiores resultados em atingir condicionamento físico, aumentar sua performance, além de minimizar os riscos e números de lesões. No entanto é de suma importância a realização de novos estudos com o propósito de ampliar o conhecimento dos profissionais da área do treinamento físico, potencializar os resultados de atletas, e consequentemente reduzir custos com tratamentos, assistência médica e hospitalar.

Referências

- Alves, F. R. O.; Lima A. M. F. L.; Andrade T., M & Andrade, C. M. S. A. (2021). Impacto do alongamento muscular no desempenho do motor individual ativo. *Revista Interdisciplinar em Ciências Sociais*. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i4.14325>.
- Appel M.; Zentgraf K.; Krüger K. & Alack K. (2021). Efeitos da variação genética no desempenho de resistência, força muscular e suscetibilidade a lesões em esporte: uma revisão sistemática. *Revista Frontiers in Physiology*. <http://10.3389/fphys.2021.694411>.
- Barbosa G. M.; Dantas G. A. F.; Silva B. R.; Souza. T. O & Vieira W. H. B. (2018). O programa de alongamento estático ou dinâmico não altera as respostas agudas do desempenho neuromuscular e funcional em indivíduos saudáveis: um ensaio clínico randomizado simples-cego. *Revista Brasileira de Ciências do Esporte* 40 (4). <https://doi.org/10.1016/j.rbce.2018.06.002>.
- Burgess T.; Vadachalam T.; Buchholtz K. & Jelsma J. (2019). O efeito do alongamento contrair-relaxar-agonista-contrair (CRAC) dos isquiotibiais na amplitude de movimento, sprint e desempenho de agilidade em homens moderadamente ativos: um ensaio de controle randomizado. *South African Journal of Sports Medicine*: 31(1). <https://dx.doi.org/10.17159/2078-516x/2019/v31i1a6091>.
- César E. P. & Silva T. K. (2021). Efeito agudo do alongamento estático sobre o desempenho e atividade eletromiográfica da musculatura antagonista. *Journal of Physical Education*. [http://doi.org/10.4025/jphyseduc.32\(1\).3209](http://doi.org/10.4025/jphyseduc.32(1).3209)
- Chaabene H.; Behm D. G.; Negra Y. & Granacher U. (2019). Efeitos agudos do alongamento estático na força e potência muscular: uma tentativa de esclarecer advertências anteriores. *Revista Frontiers in Physiology*. <http://10.3389/fphys.2019.01468>.

D'Aurea C. V. R.; Poyares D.; Passos G. S.; Santana M. G.; Youngstedt S. D.; Souza A.A.; Bicudo J.; Tufik S & Mello M. T. (2019). Efeitos do treinamento de exercícios de resistência e alongamento na insônia crônica. *Revista Brasileira de Psiquiatria* 41(1). <http://doi.org/10.1590/1516-4446-2018-0030>.

Farias M. V.; Barroso P.P. H.; Cavalcante P. A. N & Parente D. M. (2017). Influência de marcadores genéticos no desempenho atlético. *Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício (RBPFE)*, ISSN-e 1981-9900, 11(68), 626-630.

Kim S. Y.; Busch A. J.; Overend T. J.; Schachter C. L.; Boden C.; Goes S. M.; Foulds H.J.A & Bidnde J. (2019). Treinamento de exercícios de flexibilidade para adultos com fibromialgia (revisão Cochrane). <http://doi.org/10.1002/14651858.CDO13419>.

Lopez P.; Radaelli R.; Taaffe D. R.; Newton R. U.; Galvão D. A.; Trajano G. S.; Teodoro J. L.; Kraemer W. J.; Häkkinen K & Pinto R. S. (2020). Efeitos da carga do treinamento de resistência na hipertrofia muscular e ganho de força: revisão sistemática e meta-análise de rede. *Medicina e ciência nos esportes e exercícios* 53 (6), 1206-1216. <http://10.1249/MSS.0000000000002585>.

Moro T.; Brightwell C. R.; Volpi E.; Rasmussen B. B & Fry C. S. (2020). O treinamento físico de resistência promove adaptações mionucleares específicas do tipo de fibra em adultos mais velhos. *Journal of applied Physiology* (1985): 128(4), 795-804. <http://10.1152/jappphysiol.00723.2019>.

Moscão J. C.; Vilaça-Alves J & Afonso J. (2020). Uma revisão dos efeitos do alongamento estático na mobilidade humana e no treinamento de força como uma alternativa mais poderosa: Rumo a um paradigma diferente. *Revista Motricidade*: 16(1). Ribeira de Pena. <http://dx.doi.org/10.6063/motricidade.20191>.

Nunes J. P.; Schoenfeld B. J.; Nakamura M.; Ribeiro A. S.; Cunha M. P & Cyrino E. S. (2020). O treinamento de alongamento induz hipertrofia muscular em humanos? Uma revisão de literatura. *Clinical Physiology funct Imaging*: 40(3), 148-156. <http://10.1111/cpf.12622>.

Pallone G.; Palmieri M.; Cariati I.; Bei R.; Masuelli L.; D'Arcangelo G & Tancredi V. (2020). Diferentes modalidades de treinamento contínuo resultam em efeitos distintos na estrutura, plasticidade e função muscular. <http://10.3892/br.2020.1283>.

Pickering C.; Kiely J.; Grgic J.; Lúcia A & Del Coso J. (2019). Os testes genéticos podem identificar talentos para o esporte? *Revista Genes(Basileia)*: 10(12), 972. <http://10.3390/genes10120972>.

Santos M. S.; Andrade G.; N.L.F.; Souza; B.P.; Lázari S.; Mustafé.; T.G.; Ferreira; C.H & Delfino (2021). Teste genético: força e resistência, uma revisão bibliográfica. *Teste Genético: Força e Resistência, uma revisão bibliográfica. E-RAC*, 10(1).

Souza P. A.; Teixeira D. R.; Corte J. D.; Batista C. A. S.; Miranda H. L & Paz G. A. (2020). Efeito agudo do alongamento estático intra-conjunto em antagonistas versus intervalo passivo no desempenho de repetições máximas de agonistas na máquina de extensão de perna. *Revista Brasileira Cineantropometria e Desempenho Humano*. <http://doi.org/10.1590/1980-0037>.

Suchomel T. J.; Nimphius S.; Bellon C. R & Stone M. H. (2018). A importância da força muscular: considerações sobre o treinamento. *Sports Medicine*: 48(4), 765-785. <http://10.1007/s40279-018-0862-z>.

Tharabenjasin P.; Pabalan N & Jarjanaz H. (2019). Associação de polimorfismo PPARGC1A Gly428Ser (rs 8192678) com potencial para habilidade atlética e desempenho esportivo: uma meta-análise. *Revista Científica Plos One*: 14(1). <http://10.1371/journal.pone.0200967>.

Trindade M. C. S.; Rodrigues B. C.; Rodrigues F. R. A.; Moura D & Almeida P. F. (2017). A influência genética na performance esportiva. *Revista Interdisciplinar Ciências e Saúde*: 4(2), 113-120.

Valença A. A.; Soares B. O.; Cavalcante B. R.; Beltrão N. B.; Nascimento V. Y. S.; Pitangui A. C. R & Araújo R. C. (2020). A intensidade do alongamento é importante quando se busca uma gama de ganhos de movimento? Um ensaio randomizado. *Motriz: Revista de Educação Física*: 26(2). <http://doi.org/10.1590/s1980-6574202000018019>.

Livro Kisner C. & Colby L.A. (2009). *Exercícios Terapêuticos Fundamentos e Técnicas*. Manole, (5.ed.).