

SÉRIE EXTENSÃO

# FLEXIBILIDADE

DEFINIÇÕES, AVALIAÇÃO E PRESCRIÇÃO DE EXERCÍCIOS FÍSICOS PARA O ENSINO, A PESQUISA E A EXTENSÃO

ORGANIZADORAS:  
LUCIANE SANCHOTENE ETCHEPARE  
ANDRESSA FERREIRA DA SILVA  
DARCIELI LIMA RAMOS  
JULIANE BERRIA



UFESM  
Pró-Reitoria de  
Extensão



editora **ufsm**

**SÉRIE EXTENSÃO**

# **FLEXIBILIDADE**

DEFINIÇÕES, AVALIAÇÃO E PRESCRIÇÃO DE EXERCÍCIOS  
FÍSICOS PARA O ENSINO, A PESQUISA E A EXTENSÃO

ORGANIZADORAS:

LUCIANE SANCHOTENE ETCHEPARE

ANDRESSA FERREIRA DA SILVA

DARCIELI LIMA RAMOS

JULIANE BERRIA



**UFSM**  
Pró-Reitoria de  
Extensão



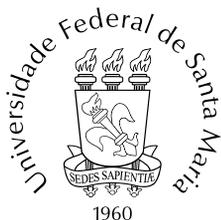
editora**ufsm**  
SANTA MARIA, RS - 2025

**NEMA EFS**



**NÚCLEO DE ESTUDOS EM MEDIDAS E  
AVALIAÇÃO DOS EXERCÍCIOS FÍSICOS E SAÚDE**

LÍDER CNPq: Profa. Dra. LUCIANE SANCHOTENE ETCHEPARE DARONCO



**Reitor:** Luciano Schuch

**Vice-reitora:** Marta Bohrer Adaime

**Pró-reitor de Extensão:** Flavi Ferreira Lisboa Filho

**Diretor da Editora:** Enéias Tavares

**Conselho editorial:** Adriano Mendonça Souza, Alcyr Luciany Lopes Martins, André Valle de Bairros, André Zanki Cordenonsi, Enéias Tavares (Presidente), Fernanda Alice Antonello Londero Backes, Graziela Inês Jacoby, Jucemara Antunes, Lana d'Ávila Campanella, Marcelo Battesini, Odailso Sinvaldo Berté, Paulo Roberto da Costa, Raone Somavilla, Ricardo de Souza Rocha, Rosani Marisa Spanevello e Sara Regina Scotta Cabral.

**Revisão de texto:** Maicon Antonio Paim

**Projeto gráfico:** Gilberto de Moraes Jr. e Gustavo de Souza Carvalho

**Diagramação e capa:** Gustavo de Souza Carvalho

© 2025, Luciane Sanchotene Etchepare, Andressa Ferreira da Silva, Darcieli Lima Ramos e Juliane Berria

F619 Flexibilidade [recurso eletrônico] : definições, avaliação e prescrição de exercícios físicos para o ensino, a pesquisa e a extensão / organizadoras: Luciane Sanchotene Etchepare ... [et al.]. – Santa Maria, RS : Ed. UFSM, 2025.  
1 e-book : il. – (Série Extensão / Pró-Reitoria de Extensão)

“Programa de Extensão Pró-Saúde/NEMAEFS”

1. Saúde 2. Exercícios físicos 3. Flexibilidade 4. Mobilidade 5. Alongamento  
I. Etchepare, Luciane Sanchotene II. Núcleo de Estudos em Medidas e Avaliação dos Exercícios Físicos e Saúde - NEMAEFS III. Série.

CDU 796.035

ISBN 978-65-88636-10-7

Ficha catalográfica elaborada por Lizandra Veleda Arabidian - CRB-10/1492  
Biblioteca Central – UFSM

  
Associação Brasileira  
das Editoras Universitárias

  
editoraufsm

  
UFSM  
Pró-Reitoria de  
Extensão

Direitos reservados à:

Editora da Universidade Federal de Santa Maria

Prédio da Reitoria – Campus Universitário – Camobi – CEP: 97105.900 – Santa Maria, RS

(55) 3220.8610/8115 – [editora@ufsm.br](mailto:editora@ufsm.br) – [www.ufsm.br/editora](http://www.ufsm.br/editora)

A **Série Extensão** prevê a disseminação digital e/ou impressa de livros inéditos de produção acadêmica na Extensão Universitária, que tenham como prioridade a comunidade externa, desenvolvidos por docentes e outros, em conjunto com estudantes que desenvolvam Programas e Projetos de Extensão da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), com recomendada atenção às comunidades ou aos grupos atendidos por Ações de Extensão.

# SUMÁRIO

<b>APRESENTAÇÃO</b> .....	<b>7</b>
<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	<b>8</b>
<b>DADOS DOS ORGANIZADORES</b> .....	<b>9</b>
<b>DADOS DOS AUTORES</b> .....	<b>10</b>
<b>CAPÍTULO 1</b>	
<b>FLEXIBILIDADE, ALONGAMENTO, MOBILIDADE ARTICULAR E FLEXIONAMENTO: DEFINIÇÕES E CONTRAPOSIÇÕES</b> .....	<b>11</b>
<b>CAPÍTULO 2</b>	
<b>DEFINIÇÕES VISUAIS DE ALONGAMENTO, FLEXIONAMENTO E MOBILIDADE ARTICULAR</b> .....	<b>27</b>
<b>CAPÍTULO 3</b>	
<b>MECANISMOS NEURAIS E PROPRIOCEPTIVOS ENVOLVIDOS NA FLEXIBILIDADE</b> .....	<b>56</b>
<b>CAPÍTULO 4</b>	
<b>AVALIAÇÃO DA FLEXIBILIDADE E MOBILIDADE ARTICULAR</b> .....	<b>75</b>
<b>CAPÍTULO 5</b>	
<b>FLEXIBILIDADE NA PREVENÇÃO E REABILITAÇÃO DE LESÕES</b> .....	<b>104</b>
<b>CAPÍTULO 6</b>	
<b>FLEXIBILIDADE E DESEMPENHO DESPORTIVO</b> .....	<b>117</b>
<b>CAPÍTULO 7</b>	
<b>RELAÇÃO ENTRE HORMÔNIOS E FLEXIBILIDADE</b> .....	<b>145</b>

# APRESENTAÇÃO

Esta obra é produto do Programa de Extensão NEMAEFS – Núcleo de Estudos em Medidas e Avaliação dos Exercícios Físicos e Saúde, registrado do Gabinete de Projetos do CEFD/UFSM e certificado pelo CNPq desde 2007. Como objetivos dos projetos inseridos neste programa, temos as temáticas: “saúde do trabalhador”, “saúde do estudante”, “saúde da mulher” e “saúde do idoso”. Cito os projetos: “De Corpo e alma”, “Cia do Movimento”, “Laquavi – Labor e Qualidade de Vida”, “Pró-Saúde – Exercícios Físicos para a comunidade de Santa Maria incluindo doentes crônicos e gestantes” e “Blitz da Saúde na Escola”.

Em busca da qualidade de vida e saúde, a flexibilidade é uma variável constante na extensão, na pesquisa e no ensino realizados pelo NEMAEFS. Essa variável é de grande importância para a saúde e para as grandes performances atléticas, por isso, requer constante estudo e atualização na área da saúde e esportes. Para a escrita deste documento foram convidados pesquisadores que formam uma equipe multiprofissional, com professores de Educação Física, fisioterapeutas, professores de dança e acadêmicos de diferentes cursos da área da saúde, da graduação ao doutorado.

Esperamos que a leitura seja agradável e venha a sanar muitas dúvidas de profissionais e acadêmicos das áreas citadas e também do público alvo das nossas ações baseadas na tríade universitária de “ensino, pesquisa e extensão”. A obra, após ser editada, será disponibilizada gratuitamente à comunidade envolvida nos projetos e demais interessados na temática.

Vida longa a todos com muita FLEXIBILIDADE!!

*Luciane Sanchotene Etchepare*

# AGRADECIMENTOS

Agradecemos, primeiramente, à nossa família que entende nossa ausência por amor à profissão e à ciência. Agradecemos aos nossos alunos e aos projetos de extensão que efetivamente aproximam a comunidade da academia. Agradecemos ao professor Doutor Flavi Lisboa que, como pró-reitor de Extensão da Universidade Federal de Santa Maria, trava uma luta diária em defesa da importância das ações de extensão no mundo acadêmico. Agradecemos a todos membros do NEMAEFS (Núcleo de Estudos em Medidas e Avaliação dos Exercícios Físicos e Saúde), criado em março de 2001, que de forma multiprofissional trabalha ensino, pesquisa e extensão dando exemplo a outros núcleos de estudos e instituições de ensino superior.

Nosso agradecimento especial e homenagem póstuma à professora Maria Eugênia Gastambide, que, aos 25 anos, faleceu no dia 10 de junho de 2023. Maria Eugênia era uma colaboradora incansável dos nossos trabalhos acadêmicos, dedicada à sua profissão e comprometida com as correções gramaticais dos livros. Estava sempre disponível e disposta a contribuir, sem medir esforços para entregar seu melhor. Em nome do NEMAEFS agradecemos sua dedicação, principalmente a esta última obra *Flexibilidade: definições, avaliação e prescrição de exercícios físicos para o ensino, a pesquisa e a extensão*, na qual esteve conosco até os últimos momentos de correção. Fica nossa saudade e as melhores lembranças. Para a família, os nossos mais sinceros sentimentos e a certeza de que onde ela estiver seguirá a brilhar.

Obrigada!!!

# DADOS DOS ORGANIZADORES

**Luciane Sanhotene Etchepare** – Graduada em Educação Física Licenciatura Plena pela UFSM, Especialista em Aprendizagem Motora pela UFSM, Mestre em Cineantropometria pela UFSM, Doutora em Ciência do Movimento Humano subárea Cineantropometria/Medidas e Avaliação pela UFSM, Professora Titular UFSM/CEFD/DDC.

**Andressa Ferreira da Silva** – Graduada em Educação Física Bacharelado pela UFSM, Especialista em Atividade Física, Desempenho Motor e Saúde pela UFSM, Especialista em Nutrição Esportiva pela Uninter, Mestre em Educação Física pela UFSC e membro do Núcleo de Pesquisa em Cineantropometria e Desempenho Humano.

**Juliane Berría** – Graduada em Educação Física Licenciatura pela UFSM, Especialista em Atividade Física, Desempenho Motor e Saúde pela UFSM, Mestre em Educação Física na área de Biodinâmica do Desempenho Humano pela UFSC e Doutora em Educação Física na área de Biodinâmica do Desempenho Humano pela UFSC.

**Darcieli Lima Ramos** – Graduada em Educação Física Bacharelado pela UFSM, Especialista em Estratégia Saúde da Família pela UnB e Residência Multiprofissional Integrada em Sistema Público de Saúde em Atenção Básica pela UFSM, Mestre em Ciências da Saúde pela UFSM e Doutora em Nanociências pela UFN. Professora Substituta na UFSM.

**Daniel Pozzobon** – Graduado em Educação Física Licenciatura Plena pela UFSM, Especialista em Atividade Física, Desempenho Motor e Saúde pela UFSM, Mestre em Ciências do Movimento Humano pela UFGRS, Doutor em Medicina pela *The University of Sydney*.

**Leandro Lima Borges** – Graduado em Educação Física, licenciatura plena e bacharelado pela UFSM, Especialista em Atividade Física, Desempenho Motor e Saúde pela UFSM, Mestre em Atividade Física e Saúde pela UFSC.

# DADOS DOS AUTORES

**Andressa Ferreira da Silva** – Mestre em Educação Física pela UFSC

**Cleo Pereira Ribeiro** – Graduado em Educação Física Licenciatura Plena e Especialista em Fisiologia do Exercício pela UFSM.

**Diogo Lorenzi Fracari** – Graduado em Educação Física Bacharelado pela UFSM e Especialista em Prescrição da Atividade Física em Situações Especiais de Saúde e Lesões pela Unibf.

**Gabriela Buzatti Cassanego** – Doutora em Ciências Farmacêuticas pela UFSM.

**Henrique Santos Lima** – Discente do Curso de Fisioterapia pela UFN.

**Luciana Gomes Moro** – Discente do Curso de graduação em Educação Física Bacharelado UFSM.

**Renata Bittencourte de Oliveira** – Graduada em Educação Física Bacharelado pela UFSM.

**Suellem Zanlorenzi** – Graduada em Educação Física Licenciatura e Bacharelado pelo Centro Universitário Fundação Assis Gurgacz.

**Tiago Dutra Leite Nunes** – Discente do Curso de graduação em Educação Física Bacharelado UFSM.

**Thalía Petry** – Graduação em Educação Física Bacharelado UFSM.

**Iago Augusto Pastori** – Graduado em Educação Física Bacharelado UFSM.

**Martina Weis Regert** – Discente do Curso de graduação em Educação Física Bacharelado UFSM.

**Heinrich Leon Souza Vieira** – Graduação em Educação Física Bacharelado UFSM.

**Pedro Westphalen da Costa Chagas** – Graduado em Fisioterapia pela ULBRA.

## CAPÍTULO 1

# FLEXIBILIDADE, ALONGAMENTO, MOBILIDADE ARTICULAR E FLEXIONAMENTO: DEFINIÇÕES E CONTRAPOSIÇÕES

*Henrique Santos Lima<sup>1</sup>*

*Tiago Dutra Leite Nunes<sup>2</sup>*

## INTRODUÇÃO

Os termos flexibilidade, alongamento e mobilidade articular são considerados difíceis de definir na área da Educação Física (ACHOUR JÚNIOR, 2012), por isso, o presente capítulo visa esclarecer minimamente a utilização dessas diferentes nomenclaturas. Mas, para entender a origem desses conceitos, é preciso entender que, durante a execução de um movimento controlado, os músculos agonistas desempenham o papel principal ao contraírem de forma lenta e controlada, permitindo a mobilização do segmento corporal até atingir a maior amplitude possível. Esses músculos são os principais motores do movimento, sendo responsáveis por gerar a força necessária para realizar a ação desejada. Em contraponto, enquanto os agonistas se contraem para realizar a ação, os antagonistas relaxam e alongam, proporcionando estabilidade e permitindo a execução precisa do movimento controlado. Essa ação coordenada entre músculos agonistas e

---

1 Aluno de graduação do curso de Fisioterapia pela UFN. E-mail: lima.henrique@acad.ufn.br

2 Aluno de graduação do curso de Educação Física (Bacharelado) pela UFSM. E-mail: tiago.nunes@acad.ufsm.br

antagonistas é essencial para garantir a eficiência, segurança e precisão nos movimentos controlados, além de contribuir para a prevenção de lesões e o equilíbrio funcional do sistema musculoesquelético.

Neste contexto, a flexibilidade se relaciona ao movimento que envolve uma articulação, como, por exemplo, a articulação do joelho, ou uma série de articulações, como as articulações da coluna vertebral, que devem se movimentar juntas para a inclinação ou rotação de tronco (PRENTICE, 2012). O treinamento para aumentar a flexibilidade deve ser realizado com planejamento e exercícios adequados de acordo com as individualidades de quem está sendo treinado. Logo, é preciso considerar os princípios do treinamento como a frequência, a intensidade, o tempo, o tipo de exercício, o volume e a progressão, de acordo com a individualidade biológica do(a) aluno(a) (LIGUORI *et al.*, 2023). Para então, de maneira eficiente e segura, aumentar progressivamente a amplitude de movimento (ADM) de uma articulação ou conjunto de articulações. Nesse sentido, para o desenvolvimento da flexibilidade, o treinamento pode ser dividido de duas maneiras: na forma máxima, que corresponde ao flexionamento - ou alongamento de alta intensidade, como adotado na literatura internacional -, e na forma submáxima, que corresponde ao alongamento (CONCEIÇÃO *et al.*, 2012).

Para Dantas, flexibilidade pode ser definida como a qualidade física responsável pela execução voluntária de um movimento de amplitude angular máxima, por uma articulação ou conjunto de articulações dentro dos limites morfológicos, sem risco de provocar lesões (DANTAS, 2018). Uma forma de manter ou aumentar os níveis de flexibilidade é pela realização de exercícios de alongamentos, cujos diferentes tipos serão apresentados detalhadamente ao longo do presente capítulo. No entanto, adianta-se que, em geral, o objetivo de um programa de flexibilidade deve-se desenvolver a ADM nas principais articulações e grupos musculares esqueléticos/tendíneos, de acordo com objetivo individual (LIGUORI, 2023).

Em contraponto, o termo mobilidade articular é definido como a quantidade de movimento acessível em uma articulação ou série de articulações e o quão simples é a movimentação delas dentro da ADM (NATIONAL STRENGTH AND CONDITIONING ASSOCIATION, 2015). E o flexionamento/alongamento de alta intensidade é o treinamento realizado em forma máxima para o desenvolvimento da flexibilidade, no qual a intensidade é máxima, visando desenvolver a ADM além do

limite normal. No flexionamento, a duração dos movimentos articulares, bem como a frequência desses, é maior do que o método submáximo (CONCEIÇÃO *et al.*, 2012).

Por fim, convém definir os conceitos como flexibilidade (capacidade motora) e mobilidade articular (característica de movimento articular), para evitar equívocos de linguagem e aplicação técnica. Dessa forma, este capítulo tem como objetivo introduzir ao leitor os conceitos e contraposições dos quatro termos que serão tratados ao longo do livro: flexibilidade, alongamento, flexionamento e mobilidade articular.

## **FLEXIBILIDADE**

A flexibilidade é uma palavra com origem no latim, *flectere* (dobra-se) ou *flexibili* (dobradiço), que corresponde ao termo curva-se, ou seja, aquilo que é flexível, maleável (ALTER, 2009). O termo flexibilidade pode ter a simples definição de “a capacidade de dobrar” (CARREGARO *et al.*, 2006), ou seja, flexionar. A palavra flexibilidade é utilizada para descrever a ADM de uma articulação ou uma série de articulações (MAUD; KERR, 2009). Conceitualmente, a flexibilidade tem sido definida em termos da ADM disponível por parte de uma articulação, amplitude essa dependente da extensibilidade dos músculos (COELHO, 2007). No entanto, além do tecido muscular, existem outras estruturas corporais que afetam a ADM, como a estrutura óssea, o excesso de gordura, a pele, os tendões, o tecido conjuntivo que cerca a articulação, os ligamentos e a rigidez do tecido neural (PRENTICE, 2012). Dantas (2018) acrescenta outros fatores endógenos incluindo a idade, o gênero, a individualidade biológica, o somatótipo, o estado de condicionamento físico, a tonicidade muscular, a concentração e o relaxamento.

Chandler *et al.* (2009) definiram a flexibilidade como a habilidade para mover uma articulação através de uma ADM normal sem estresse excessivo para a unidade músculo-tendinosa. Convém ressaltar que a flexibilidade é considerada um dos componentes da aptidão e desempenho físico, sendo relevante para desempenho desportivo, manutenção da saúde e preservação da qualidade de vida (FIDELIS; PATRIZZI; WALSH, 2013).

## TIPOS DE FLEXIBILIDADE

Segundo Badaró *et al.*, (2007), a flexibilidade pode ser classificada nos seguintes tipos:

**Geral ou Específica:** Geral, quando é observado que engloba todas as articulações; específica, quando se trata de um ou mais movimentos realizados por certas articulações.

**Ativa ou Passiva:** Ativa, quando a ADM máxima for obtida sem ajuda de forças externas; passiva, quando há auxílio externo (de outro membro do corpo, de outra pessoa ou equipamento).

**Estática ou Dinâmica:** A estática tem por objetivo alcançar de forma lenta e gradual, por agente externo, o limite máximo de ADM; na dinâmica, é observada a ADM máxima dos músculos motores em movimento.

**Balística ou Controlada:** Balística refere-se ao relaxamento de toda a musculatura que envolve a articulação participante do movimento e o segmento corporal é mobilizado por um agente externo; controlada é o movimento sob a ação dos músculos agonistas de forma lenta, até a maior amplitude na qual seja possível realizar uma contração isométrica.

## COMPONENTES DA FLEXIBILIDADE

Segundo Dantas (2018), ao se observar o grau de flexibilidade de uma articulação, percebe-se que diversos fatores estão concorrendo para isto, como:

**Mobilidade:** Em relação ao grau de liberdade do movimento da articulação.

**Elasticidade:** Capacidade do músculo de retornar à sua forma original, logo após um alongamento ou encurtamento.

**Plasticidade:** Sobre o grau de deformação temporária que estruturas musculares e articulações devem sofrer para possibilitar o movimento. Existe um grau residual de deformação que se mantém após cessada a força aplicada, conhecida como histereses.

**Maleabilidade:** Modificações das tensões parciais da pele, fruto das acomodações necessárias no segmento considerado.

## ALONGAMENTO

O alongamento muscular é uma técnica amplamente utilizada, principalmente para aumentar a flexibilidade, tanto em indivíduos saudáveis, como na reabilitação (GAMA *et al.*, 2018). No entanto, apesar da importância de trabalhar tal capacidade física, é estritamente necessário que isso seja realizado com responsabilidade profissional, uma vez que o treinamento pode acentuar problemas já existentes. Como exemplo, é desaconselhado mobilizar diretamente uma pessoa de terceira idade sem ter em mãos um diagnóstico preciso ou conhecimento do seu histórico, pois em um caso de fraqueza óssea, ela poderá se agravar (ACHOUR JÚNIOR, 2017).

O alongamento pode proporcionar de maneira aguda a redução da viscosidade e/ou a rigidez da unidade músculo-tendínea, o que pode acarretar em maior amplitude de movimento (KUBO *et al.*, 2001; LONGO *et al.*, 2021). O aumento do fluxo de sangue para o músculo, implicando no relaxamento do mesmo e no aumento da circulação também são observados agudamente (KRISTIAN, 2012). Em um estudo em que foram analisados os efeitos agudos e crônicos na ADM de pré-adolescentes que realizaram protocolos de alongamento estático, foi constatado pelos autores que esse tipo de alongamento resulta em melhorias tanto agudas quanto crônicas da ADM de maneira semelhante, e que tais melhorias são mantidas por até três semanas depois do destreinamento (DONTI, 2021). Neste estudo, foram realizadas 3 sessões de alongamento por semana, uma em cada dia, compostas por: 10 minutos de aquecimento, três minutos de descanso, o alongamento propriamente dito (três séries de 30 segundos ou uma série de 90 segundos na musculatura do quadríceps) e, por fim, descanso (DONTI, 2021).

O alongamento é uma manobra relacionada a resultados de maior tolerância à dor (inibição) conforme ocorre o aumento do ângulo articular (BELTRÃO *et al.*, 2020). Revisão sistemática com meta-análise reportou que as alterações nas propriedades estruturais musculares e tendíneas decorrentes do alongamento ainda não são claras devido a heterogeneidade dos dados, porém, adaptações decorrentes de intervenções menores que oito semanas demonstraram resultados de melhora para níveis sensoriais (FREITAS *et al.*, 2018). Além disso, maiores frequências semanais de alongamentos demonstram resultados superiores exibindo uma correlação com

o tempo destinado ao estímulo semanal (THOMAS *et al.*, 2018). Desse modo, um programa de alongamentos deve ser individualizado conforme as necessidades do aluno (PAGE, 2012).

Recomenda-se que sejam realizados exercícios de alongamento pelo menos duas vezes por semana para o público idoso e para adultos saudáveis de dois a três dias por semana para cada grupo muscular principal (RIEBE *et al.*, 2018). No caso da escolha pela realização de alongamento estático, se recomenda que seja realizado com leve desconforto, no início da sensação de dor e mantido por 10 a 30 segundos para indivíduos adultos (LIGUORI, 2023). Para idosos, a indicação é de que a duração do alongamento seja entre 30 e 60 segundos (GARBER *et al.*, 2011). Alguns fatores devem ser considerados, como, o número de repetições, que influenciam diretamente no volume de alongamento total e o método de alongamento empregado (GAMA *et al.*, 2018).

Ademais, convém mencionar a prática de exercícios de alongamento associada aos esportes, seja no alto rendimento ou não. O alongamento pré-atividade pode ser benéfico para a prevenção de lesões em esportes que possuem o *sprint* como um componente, mas não em atividades aeróbicas de longa duração com predominância de lesões por esforço repetitivo (BEHM *et al.*, 2016). Se o tecido muscular está aquecido, naturalmente ocorre um relaxamento, facilitando o trabalho de alongamento e tornando a ação mais confortável para o indivíduo (COELHO, 2007). Nesse contexto, a mobilização articular antes do alongamento é importante, pois contribui para o aumento da ADM (BORGES *et al.*, 2010).

## TIPOS DE ALONGAMENTO

De acordo com Achour (2017), existem diferentes tipos de alongamento:

**Alongamento Estático:** Alcance de uma ADM até a percepção de uma resistência, permanecendo-se na posição por um determinado tempo.

**Alongamento Dinâmico:** Feito com movimentos amplos até que se perceba uma resistência na amplitude final do movimento, retornando, posteriormente, à posição de origem para repetir o movimento.

**Alongamento Passivo:** Realizado com auxílio profissional e com um estado de descontração muscular do aluno.

**Alongamento Ativo:** Alcance do movimento voluntário utilizando a força dos músculos agonista e o relaxamento dos antagonistas.

**FNP:** Consiste na contração muscular alternada com o relaxamento muscular e o aumento da ADM. Nesse método, realiza-se uma contração isométrica submáxima do músculo alvo após ter sido alongado por um determinado período de tempo, e, em seguida, o segmento é movido passivamente até o ponto limite da sensação de alongamento do indivíduo, quando algum desconforto é relatado. Quando aplicada corretamente, essa técnica promove o relaxamento reflexo, facilitando o alongamento passivo (MAGALHÃES *et al.*, 2015).

O método mais efetivo para o ganho de flexibilidade ainda não é claro, diversos estudos mostram aumento na ADM das articulações envolvidas no treino de flexibilidade utilizando diferentes estímulos (LEMPKE *et al.*, 2018; MEDEIROS; MARTINI, 2018; KHORASANI *et al.*, 2011). Em vista do exposto, entende-se que existem diferentes possibilidades para o trabalho de flexibilidade, porém podem ser necessárias abordagens distintas tendo em vista a possível resposta para cada articulação.

## **MOBILIDADE ARTICULAR**

A mobilidade articular é definida pela quantidade de movimento acessível em uma articulação ou série de articulações e o quão simples é a movimentação delas dentro da ADM. Assim, baixos graus de mobilidade podem acarretar problemas físicos, pois todas as atividades exigem um determinado grau de mobilidade que, se não for atingido, as chances de lesão aumentam (NATIONAL STRENGTH AND CONDITIONING ASSOCIATION, 2015).

O movimento articular individual apresenta duas partes, a osteocinémática, que se refere à rotação de dois ossos em um plano em torno de um mesmo eixo e a artrocinémática, que tangem os movimentos relativos (deslizamento, giro e rolamento) gerados entre as superfícies articulares (LEVANGIE; NORRIN, 2011). A ADM é a magnitude de rotação acessível em uma articulação, como uma medida osteocinémática. A ADM detém de todos os planos de movimento em que essa articulação pode rotacionar, assim denominados de grau de liberdade. O número de graus de liberdade juntamente com a quantidade da ADM em cada grau de liberdade é determinado por diversos fatores como a forma das superfícies articulares, movimentos artrocinemáticos, extensibilidade das estruturas

periarticulares e o número de articulações envolvidas no movimento (*NATIONAL STRENGTH AND CONDITIONING ASSOCIATION*, 2015). O formato das superfícies articulares define majoritariamente o número de graus de liberdade, e as estruturas cartilagueas e ligamentares guiam o movimento nesses graus (LEVANGIE; NORKIN, 2011).

A ADM necessária para o desenvolvimento de atividades funcionais não é necessariamente uma amplitude completa, ou seja, com o deslocamento angular total de uma determinada articulação. Nesse contexto, a mobilidade suficiente dos tecidos moles e a ADM das articulações necessitam de auxílio da força muscular e controle neuromuscular a fim de que o corpo suporte as sobrecargas exigidas durante o movimento funcional (KISNER; COLBY, 2016).

Boyle (2015) assegura que para determinar a diferença entre os conceitos de flexibilidade e mobilidade é simples. Durante a avaliação de um agachamento é observado pouca mobilidade funcional do tornozelo, então o avaliado senta com ambas as pernas estendidas e de maneira passiva, é realizada a dorsiflexão do tornozelo. Se a ADM for limitada, porém o avaliado não sentir o alongamento no gastrocnêmio, o problema está na mobilidade e não na flexibilidade. Assim, o avaliado deve recorrer à mobilização dessa articulação e não ao alongamento. A mobilidade articular é a capacidade de movimentar uma ou mais articulações (ZILIO, 1992), enquanto que a flexibilidade é uma propriedade de tecidos corporais que determina a ADM alcançável sem lesão em uma articulação ou grupo de articulações (HOLT; HOLT; PELHAM, 1995).

Após todas essas informações fica evidente o desempenho e importância da mobilidade articular, tendo papel fundamental na movimentação e funcionalidade anatômica/biomecânica do indivíduo. Vale ressaltar também que para a elaboração de um programa de exercício é necessário ter o conhecimento da diferenciação entre flexibilidade e mobilidade, pois em diversos casos da falta de alguma delas (ou ambas) as técnicas usadas são diferentes.

## FLEXIONAMENTO

Antes de aprofundar o conceito do termo flexionamento, é pertinente salientar que essa expressão é utilizada por autores da área, na literatura brasileira (DANTAS, 2018; CONCEIÇÃO *et al.*, 2012; MAIEVSKI *et al.*, 2016; NODARI *et al.*, 2012), enquanto outros autores nacionais (LOPES *et al.*, 2019; CHAGAS *et al.*, 2008) e da literatura internacional (FUKAYA *et al.*, 2020; BRYANT *et al.*, 2023; TAKEUCHI; NAKAMURA, 2020) utilizam o termo alongamento de alta intensidade como sinônimo. Isto posto, o flexionamento se trata de uma forma de trabalho que visa obter a melhora da flexibilidade por meio da viabilização de amplitudes de arcos de movimento articular superiores às originais (DANTAS, 2018).

Neste contexto, é insuficiente a realização de exercício de alongamento pré e pós exercícios físicos com o intuito do desenvolvimento da flexibilidade e prevenção de lesões. A capacidade motora em questão deve ser considerada de igual importância como fator preventivo para o sistema muscular articular a longo prazo (ACHOUR JÚNIOR, 2017).

Curto períodos de alongamento estático, como 10 a 30 segundos, são suficientes para aumentar a flexibilidade, sendo recomendada uma série de exercícios de flexibilidade para cada uma das unidades musculotendíneas (LIGUORI, 2023; PAGE, 2012). Tal fato ocorre pela pequena quantidade aumentada na ADM, devido ao arrasto do tecido conjuntivo gerar poucos graus de flexibilidade (ACHOUR JÚNIOR, 2017). Tendo em vista essas informações, fica clara a necessidade de diferenciarmos o alongamento durante o aquecimento e alongamento em uma sessão específica para o desenvolvimento da flexibilidade.

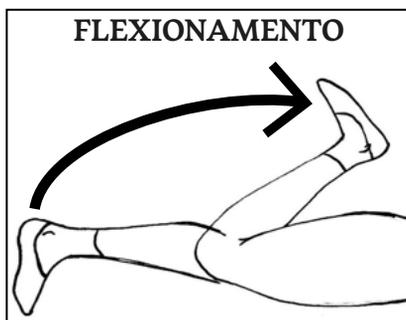
A intensidade utilizada durante o treinamento de diferentes valências físicas claramente resultará em diferentes resultados, provocando efeitos distintos. Logo, quando alteramos a intensidade do estímulo, existe mudança na forma de trabalho e no efeito dentro do organismo. Seguindo a coerência da diferenciação das formas de trabalho decorrentes de diferentes intensidades, é necessário a instauração das diferenças entre a forma de trabalho máxima e submáxima da flexibilidade. A fins de diferenciação, como mencionado anteriormente, o trabalho máximo é intitulado de flexionamento e o submáximo de alongamento (DANTAS; SOARES, 2015). Além disso, no flexionamento, há necessidade da aplicação de força externa para que o movimento seja completado, causando maior esforço

na articulação, conforme ilustra a Figura 1A. No alongamento, entretanto, não há necessidade de aplicação de carga externa para a sua realização, pois não ocorre esforço na articulação (DANTAS, 2018) (Figura 1B).

Em relação à diferença conceitual entre flexionamento e alongamento, observa-se o seguinte:

Da observação comparativa entre os dois conceitos, verifica-se que o objetivo prático do alongamento é permitir a realização dos movimentos com mais eficácia e com menor gasto energético, ao passo que do flexionamento é conseguir maiores arcos articulares de movimento (DANTAS, 2018, p. 74).

Figura 1A – Flexionamento



Autora: Luciana Gomes Moro. Figura adaptada de DANTAS, 2018.

Figura 1B – Alongamento



Autora: Luciana Gomes Moro. Figura adaptada de DANTAS, 2018.

Fisiologicamente existe diferença nas estruturas presentes na ação sobre o mecanismo de propriocepção. Os exercícios de alongamento são executados dentro do arco articular com a ADM habitualmente alcançada, assim existe menor aplicação de força sobre a articulação em relação ao flexionamento (DANTAS; CONCEIÇÃO, 2017). Sua principal atividade está nos componentes plásticos, elásticos, inextensíveis e em razão de sua leve intensidade não atingir o limiar da produção de adaptações, as mesmas são reversíveis ao final do movimento. Por outro lado, no flexionamento, devido à maior intensidade aplicada ocorrem adaptações duradouras nos componentes plásticos, elásticos e inextensíveis, gerando assim o alcance de arcos articulares maiores (DANTAS *et al.*, 2011).

Para que seja determinado se o exercício realizado é um Alongamento ou um Flexionamento, utiliza-se técnicas de controle da intensidade, dentre as quais são verificados biomarcadores que detectam mudanças corporais à aplicação de esforços físicos, como a hidroxiprolina: seu aumento na urina indica catabolismo de colágeno do aparelho motor, enquanto níveis mais baixos após-exercícios indicam menor grau de microlesão (CONCEIÇÃO *et al.*, 2012). Vale ressaltar que o fator determinante para diferenciar os conceitos está na intensidade aplicada durante o exercício, não na velocidade ou na estrutura do aparelho locomotor afetada (DANTAS; CONCEIÇÃO, 2017).

Metodologicamente, para determinar o limite entre alongamento e flexionamento, foi desenvolvida e validada a Escala de Esforço Percebido (PERFLEX), Quadro 1, para classificar o trabalho entre alongamento e flexionamento (DANTAS *et al.*, 2008). O PERFLEX pode ser utilizado para avaliação do nível da intensidade exigida para a realização de um movimento de amplitude angular máxima.

Quadro 1 – Níveis do PERFLEX

Nível	Descrição da sensação	Efeito	Especificação
0 – 30	Normalidade	Mobilidade	Não ocorre qualquer tipo de alteração em relação aos componentes mecânicos, componentes plásticos e componentes inextensíveis.
31 – 60	Forçamento	Alongamento	Provoca deformação dos componentes plásticos e os componentes elásticos são estirados ao nível submáximo.
61 – 80	Desconforto	Flexionamento	Provoca adaptações duradouras nos componentes plásticos, elásticos e inextensíveis.
81 – 90	Dor suportável	Possibilidade de lesão	As estruturas músculo-conjuntivas envolvidas são submetidas a um estiramento extremo, causando dor.
91 – 110	Dor forte	Lesão	Ultrapassa o estiramento extremo das estruturas envolvidas incidindo, principalmente, sobre as estruturas esqueléticas.

Fonte: Adaptado de Dantas et al., 2008.

O conhecimento sobre as diferenças entre o esforço percebido para a realização entre exercícios de mobilidade articular, alongamento e flexionamento, assim como o controle da intensidade em sua aplicação sem sombra de dúvidas são informações importantes para um bom planejamento do aprimoramento da flexibilidade. Vale ressaltar que a flexibilidade tem importância fundamental na vida cotidiana dos indivíduos e por isso deve ser abrangida em todos os programas de treinamento físico.

## CONCLUSÃO

Em síntese, diante da complexidade e inter-relação dos conceitos de flexibilidade, alongamento, mobilidade articular e flexionamento, este capítulo buscou esclarecer as nuances que permeiam esses conceitos. Dessa forma, é possível diferenciar os conceitos abordados, interpretando o alongamento como um estímulo para a manutenção da flexibilidade já existente e que se diferencia do flexionamento (alongamento de alta intensidade) por visar o aumento da flexibilidade. Na literatura, a diferenciação entre flexibilidade e mobilidade articular ainda é contraditória, uma vez que as definições de ambas são semelhantes. Ao longo das definições e contraposições apresentadas, foi possível compreender a importância dessas variáveis para a manutenção da saúde, desempenho esportivo e qualidade de vida. De modo que o entendimento desses conceitos é crucial para profissionais da Educação Física, outros profissionais da área da saúde e praticantes, que visam otimizar o desempenho físico e promover um estilo de vida saudável.

## REFERÊNCIAS

- ACHOUR JÚNIOR, A. Alongamento e flexibilidade: definições e contraposições. **Rev. Bras. Ativ. Fís. Saúde**, v. 12, n. 1, p. 54-58. 2012.
- ACHOUR JÚNIOR, A. **Mobilização e alongamento na função musculartoarticular**. Barueri: Manole, 2017. 272 p.
- ALTER, M. J. **Ciência da flexibilidade**. 3. ed., Porto Alegre: Artmed, 2009. 368 p.
- BADARÓ, A. F. V. *et al.* Flexibilidade versus alongamento: esclarecendo as diferenças. **Saúde**, Santa Maria, v. 33, n. 1, p. 32-36, 2007.
- BEHM, D. G. *et al.* Acute effects of muscle stretching on physical performance, range of motion, and injury incidence in healthy active individuals: a systematic review. **Appl. Physiol. Nutr. Metab.** v. 41, n. 1, p. 1-11, 2016.
- BELTRÃO, N. B. *et al.* Effects of a 12-Week Chronic Stretch Training Program at Different Intensities on Joint and Muscle Mechanical Responses: A Randomized Clinical Trial. **Journal of Sport Rehabilitation**, v. 29, p. 904-912, 2020.

BORGES, P. F. F. *et al.* Efeitos da mobilização articular sustentada na flexibilidade das estruturas posteriores do ombro. **Fisioterapia Brasil**, Ribeirão Preto, v. 11, n. 2, p. 109-114, mar./abr. 2010.

BOYLE, M. **Avanços no treinamento Funcional**. Porto Alegre: Artmed, 2015.

BRYANT, J. *et al.* The Effects of Static Stretching Intensity on Range of Motion and Strength: A Systematic Review. **J. Funct. Morphol. Kinesiol.**, v. 8, n. 2, p. 37, 2023.

CARREGARO, R. L. *et al.* Distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho em fisioterapeutas: revisão da literatura. **Fisioter. Pesqui.**, [S.l.], v. 13, n. 1, p. 53-59, 2006.

CHAGAS, M. *et al.* Comparação de duas diferentes intensidades de alongamento na amplitude de movimento. **Rev. Bras. Med. Esporte**, v. 14, n. 2, 2008.

CHANDLER, T. J. *et al.* **Treinamento de Força para o Desempenho Humano**. 1. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 512 p.

COELHO, L. O treino da flexibilidade muscular e o aumento da amplitude de movimento: uma revisão crítica da literatura. **Motricidade**, Vila Real, v. 3, n. 4, p. 22-37, out. 2007.

CONCEIÇÃO, M. C. S. C. *et al.* Efeitos crônicos do flexionamento estático sobre parâmetros neuromusculares em adultos jovens. **Rev. Bras. Med. Esporte**, São Paulo, v. 18, n. 3, p. 181-185, 2012.

DANTAS, E. H. M. **Alongamento e flexionamento**. 6. ed. Barueri: Manole, 2018. 416 p.

DANTAS, E. H. M.; CONCEIÇÃO, M. C. S. C. Flexibilidade: Mitos e Fatos. **Rev. Ed. Física**, v. 86, n. 4, p. 279-283, 2017.

DANTAS, E. H. M. *et al.* Flexibility: components, proprioceptive mechanisms and methods. **Biomed. Hum. Kinet.**, v. 3, p. 39- 43, 2011.

DANTAS, E. H. M. *et al.* Escala de esforço percebido na flexibilidade (PERFLEX): um instrumento adimensional para se avaliar a intensidade. **Fit. Perf. J.**, v. 7, n. 5, p. 289-294, 2008.

DONTI, O. *et al.* Acute and long-term effects of two different static stretching training protocols on range of motion and vertical jump in pre adolescent athletes. **Biol. Sport.**, v. 38, n. 4, p. 579-586, 2021.

FIDELIS, L. T.; PATRIZZI, L. J.; WALSH, I. A. P. Influência da prática de exercícios físicos sobre a flexibilidade, força muscular manual e mobilidade funcional em idosos. **Rev. Bras. Geriatr. Gerontol.** Rio de Janeiro, v. 16, n. 1, p. 109-116, 2013.

FREITAS, S. R. *et al.* Canchronic stretching change the muscle-tendon mechanical properties? A review. **Scand. J. Med. Sci. Sports**, v. 28, n.3, p. 794-806, 2018.

FUKAYA, T. *et al.* Acute and chronic effects of static stretching at 100% versus 120% intensity on flexibility. **Eur. J. Appl. Physiol.**, v. 121, n. 2, p. 513-523, 2020.

GAMA, H. S. *et al.* Exercícios de alongamento: prescrição e efeitos na função musculoesquelética de adultos e idosos. **Cad. Bras. Ter. Ocup.**, São Carlos, v. 16, n. 1, p. 188- 206, 2018.

GARBER, C. E. *et al.* American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: Guidance for prescribing exercise. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v. 43, n. 7, p. 1334-1359, 2011.

HOLT, J.; HOLT, L.; PELHAM, T. Flexibility redefined. *In*: 13 SYMPOSIUM ON BIOMECHANICS IN SPORTS, 13., 1995, Thunder Bay. **Anais**. Ontario: Lake head University, 2009. p. 170-174.

KISNER, C.; COLBY, L. A. **Exercícios Terapêuticos: fundamentos e técnicas**. 6. ed. Barueri: Manole, 2016.

KHORASANI, A. *et al.* Acute Effect of Static and Dynamic Stretching on Hip Dynamic Range of Motion During Instep Kicking in Professional Soccer Players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 25, n. 6, p. 1647-1652, 2011.

KUBO, K. *et al.* Influence of static stretching on viscoelastic properties of human tendon structures in vivo. **J. Appl. Physiol.**, v. 9, n. 2, p. 520-527, 2001.

KRISTIAN, B. **Indicações de alongamento**. 1. ed. Porto Alegre: Artmed, 2012. 152 p.

LEMPKE, L. *et al.* The Effectiveness of PNF Versus Static Stretching on Increasing Hip-Flexion Range of Motion. **Journal of sport rehabilitation**, v. 27, n. 3, p. 289-294, 2018.

LEVANGIE, P. K.; NORKIN, C. C. **Joint structure and function: A comprehensive analysis**. 5. ed. Philadelphia: F. A. Davis Company, 2011. 588 p.

LIGUORI, G. *et al.* **Diretrizes do ACSM para os testes de esforço e sua prescrição**. 11. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2023.

LONGO, S. *et al.* The effects of 12 week of static stretch training on the functional, mechanical, and architectural characteristics of the triceps surae muscle-tendon complex. **European journal of Applied physiology**, v. 121, n. 6, p. 1743-1758, 2021.

LOPES, C. *et al.* Alongamento estático de alta intensidade não afeta o volume absoluto de uma sessão de treinamento de força para o peitoral maior e deltoide anterior. **Rev. bras. ciênc. mov.**, v. 27, n. 2, p. 55-63, 2019.

MAIEVSKI, W. *et al.* Efeito agudo da facilitação neuromuscular proprioceptiva e do flexionamento estático na agilidade de atletas de futebol americano. **Ver Fisioter S Fun.**, v. 5, n. 1, p. 6-13, 2016.

MAGALHÃES, F. E. *et al.* Comparison of the effects of ham string stretching using proprioceptive neuromuscular facilitation with prior application of cryotherapy or ultrasound therapy. **J. Phys. Ther. Sci.**, v. 27, n. 5, p. 1549-1553, 2015.

MAUD, P. J.; KERR, K. M. Técnicas estáticas para a avaliação do arco de movimento das articulações e do comprimento muscular. Em: MAUD, P. J.; FOSTER, C. **Avaliação Fisiológica do Condicionamento Físico Humano**. 2. ed. São Paulo: Phorte, 2009. 400 p.

MEDEIROS, D. M.; MARTINI, T. F. Chronic effect of differently pes of stretching on ankle dorsiflexion range of motion: Systematic review and meta-analysis. **Foot**, Edinburgh, v. 34, p. 28-35, 2018.

NATIONAL STRENGTH AND CONDITIONING ASSOCIATION. **Guia para avaliações do condicionamento físico**. Barueri: Manole, 2015. 420 p.

NODARI, R. *et al.* Comparação entre diferentes volumes de flexionamento sobre a força explosiva. **Rev. bras. ciênc. mov.**, v. 20, n. 3, p. 72-78, 2012.

PAGE, P. Current concepts in muscle stretching for exercise and rehabilitation. **The International Journal of Sports Physical Therapy**, v. 7, n. 1, p. 109, 2012.

PRENTICE, W. **Fisioterapia na prática esportiva: uma abordagem baseada em competências**. 14. ed. Porto Alegre: AMGH, 2012.

RIEBE, D. *et al.* **Diretrizes do ACSM para os testes de esforço e sua prescrição**. 10. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2018. 510 p.

TAKEUCHI, K.; NAKAMURA, M. The optimal duration of high-intensity static stretching in ham strings. **PLoS One**, v. 15, n. 10, 2020.

THOMAS, E. *et al.* The Relation Between Stretching Typology and Stretching Duration: The Effect on Range of Motion. *International journal of sports medicine*, v. 39, n. 4, p. 243-254, 2018.

ZILIO, A. **Problemas da tradução do termo flexibilidade da língua alemã para o português**. *Kinesis*, Santa Maria, v. 9, p. 57-67, 1992.

## CAPÍTULO 2

# DEFINIÇÕES VISUAIS DE ALONGAMENTO, FLEXIONAMENTO E MOBILIDADE ARTICULAR

*Henrique Santos Lima<sup>1</sup>*

*Tiago Dutra Leite Nunes<sup>2</sup>*

*Luciana Gomes Moro<sup>3</sup>*

## INTRODUÇÃO

Ao abordar temáticas relacionadas às práticas corporais, como alongamento, flexionamento e mobilidade articular, é necessário compreender os aspectos teóricos, pois o conhecimento é a base para o ensino correto da prática, como apresentado no capítulo I do presente livro. Mas, para facilitar a compreensão dos exercícios de alongamento, flexionamento e mobilidade articular, a definição visual dos movimentos pode servir de complemento para o ensino. Dessa forma, o capítulo vigente busca definir visualmente, através de ilustrações, exercícios de alongamento que poderão auxiliar na obtenção dos resultados esperados, para a manutenção ou aprimoramento das atividades de vida diária e para a melhora de funções neuromusculares (DANTAS; SOARES, 2015).

Diante da importância de tal qualidade física (DANTAS; SOARES, 2015), recomenda-se a leitura do presente capítulo aos profissionais da área da saúde, a fim de ampliar o conhecimento por meio da visualização

---

1 Aluno de graduação do curso de Fisioterapia pela UFN. E-mail: lima.henrique@acad.ufn.br

2 Aluno de graduação do curso de Educação Física (Bacharelado) pela UFSM. E-mail: tiago.nunes@acad.ufsm.br

3 Aluno de graduação do curso de Educação Física (Bacharelado) pela UFSM. E-mail: luciana-gomoro@gmail.com

e diferenciação das técnicas para a manutenção/aprimoramento da flexibilidade, assim como a correta execução dos mesmos. Nesse sentido, este capítulo visa definir visualmente exercícios utilizados para o alongamento, flexionamento e mobilidade articular, para auxiliar na compreensão dessas temáticas.

## **MÉTODOS DE ALONGAMENTO**

### **ALONGAMENTO ESTÁTICO ATIVO**

O alongamento estático ativo também pode ser chamado de autoalongamento e consiste em um exercício de alongamento realizado propriamente pela pessoa (KISNER; COLBY, 2016). No alongamento ativo, o grupo muscular é alongado através da ação isométrica do grupo muscular oposto (LOPES *et al.*, 2018). O alongamento ativo é estabelecido pela atividade muscular do próprio indivíduo envolvido na ação, sem ajuda externa, visando alcançar o limite máximo da utilização normal do arco articular.

Nas figuras 1 a 10 encontram-se exemplos de alongamentos estáticos ativos. No capítulo 1 são apresentadas definições conceituais dos termos passivo e ativo. Não há indicação de estímulos repetitivos em cada posição, visto que o indivíduo permanece inerte por um certo tempo assim que inicia o alongamento da região desejada.

## **ALONGAMENTO ESTÁTICO ATIVO PARA REGIÃO DO QUADRÍCEPS**

Posição inicial: Em pé, olhando para frente, com a coluna ereta.

Execução: Flexionar o joelho e segurar o tornozelo do membro inferior com a mão correspondente ao mesmo lado. Realizar o movimento para um lado e após para o outro, alterando a base e a mão de auxílio (Figura 1).

Figura 1 – Exercício de alongamento estático ativo para a região do quadríceps



Fonte: Autoria de Luciana Gomes Moro.

## **ALONGAMENTO ESTÁTICO ATIVO PARA REGIÃO POSTERIOR DO MEMBRO INFERIOR**

Posição inicial: Em pé, com os braços relaxados e olhando para frente.

Execução: Realizar flexão do tronco, estender seus cotovelos e tentar tocar o solo com as mãos. A cabeça do aluno deve se manter alinhada ao tronco (Figura 2).

Figura 2 – Exercício de alongamento estático ativo para a região posterior do membro inferior



Fonte: A autoria de Luciana Gomes Moro.

### **ALONGAMENTO ESTÁTICO ATIVO PARA REGIÃO POSTERIOR DO MEMBRO INFERIOR**

Posição inicial: Em pé, com os braços relaxados e olhando para frente.

Execução: Posicionar uma das pernas à frente, com leve flexão do quadril e total extensão do joelho, flexionar o joelho da perna oposta e inclinar o tronco à frente. Realizar o movimento com ambos os membros e consequentemente alterar a base (Figura 3).

Figura 3 – Alongamento estático ativo para a região posterior do membro inferior



Fonte: Autoria de Luciana Gomes Moro.

## **ALONGAMENTO ESTÁTICO ATIVO PARA REGIÃO POSTERIOR DO MEMBRO INFERIOR**

Posição inicial: Sentado em abdução de quadril, com os joelhos estendidos, pés apontados para cima, braços relaxados e olhando para frente.

Execução: Flexionar um dos joelhos e manter o outro estendido tentando encostar a mão do mesmo lado, o mais próximo possível do pé. Se possível, deve-se aplicar um pouco de força tentando “puxar” a ponta do pé. Realizar o movimento com ambos os membros (Figura 4).

Figura 4 – Alongamento estático ativo para a região posterior do membro inferior



Autora: Luciana Gomes Moro.

## ***ALONGAMENTO ESTÁTICO ATIVO PARA REGIÃO DO PEITORAL***

Posição inicial: Em pé, olhando para frente, com a coluna ereta.

Execução: Posicionar as mãos atrás das costas entrelaçando os dedos e fazendo a máxima extensão dos ombros e cotovelos (Figura 5).

Figura 5 – Alongamento estático ativo para região do peitoral



Fonte: Autoria de Luciana Gomes Moro.

## **ALONGAMENTO ESTÁTICO ATIVO PARA O TRÍCEPS BRAQUIAL**

Posição inicial: Em pé, olhando para frente, com a coluna ereta.

Execução: Realizar a flexão máxima de um dos ombros, juntamente à flexão máxima de cotovelo do mesmo membro. A mão do membro oposto irá segurar o cotovelo já flexionado tracionando-o para a direção posterior. Realizar o movimento com ambos os membros (Figura 6).

Figura 6 – Alongamento estático ativo para o tríceps braquial



Fonte: Autoria de Luciana Gomes Moro.

## **ALONGAMENTO ESTÁTICO ATIVO PARA MUSCULATURA INTERNA DA COXA**

Posição inicial: Em pé, olhando para frente, com a coluna ereta.

Execução: Realizar abdução unilateral de quadril, movimentando o centro de gravidade para o lado oposto e apoiando seu peso na outra perna que estará com o joelho flexionado. Realizar o movimento com ambos os membros (Figura 7).

Figura 7 - Alongamento estático ativo para musculatura da região interna da coxa



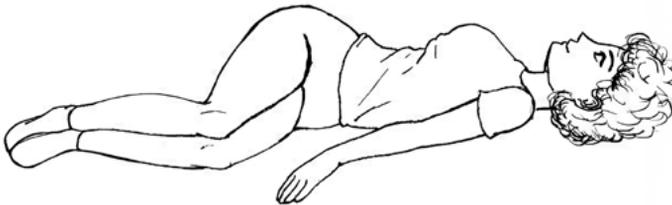
Fonte: Autoria de Luciana Gomes Moro.

### **ALONGAMENTO ESTÁTICO ATIVO PARA REGIÃO LOMBAR E QUADRIL**

Posição inicial: Deitado(a) em decúbito dorsal.

Execução: Flexionar o quadril e os joelhos. Realizar rotação com a coluna apoiando um de seus membros inferiores sob o solo (Figura 8).

Figura 8 – Alongamento estático ativo para musculatura da região lombar e do quadril



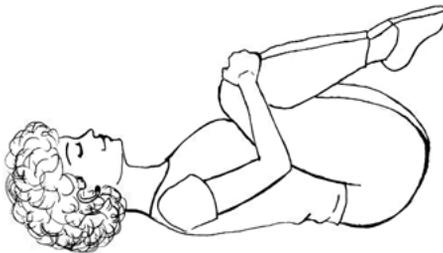
Fonte: Autoria de Luciana Gomes Moro.

### **ALONGAMENTO ESTÁTICO ATIVO PARA REGIÃO LOMBAR**

Posição inicial: Em decúbito dorsal e coluna ereta.

Execução: Realizar a flexão máxima do quadril e dos joelhos, aproximando da região do peito. Segurar os joelhos com as mãos, mantendo essa posição (Figura 9).

Figura 9 – Alongamento estático ativo para musculatura da região lombar



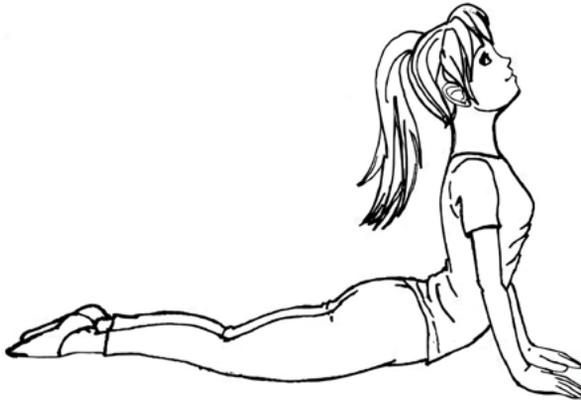
Fonte: Autoria de Luciana Gomes Moro.

## **ALONGAMENTO ESTÁTICO ATIVO PARA A REGIÃO DO RETO ABDOMINAL**

Posição inicial: Deitado(a) em decúbito ventral e com braços ao lado do tronco.

Execução: Posicionar a palma das mãos no solo alinhando-as com os ombros. Realizar extensão dos cotovelos simultaneamente com a extensão da coluna. Realizar o movimento com ambos os membros e consequentemente alterar a base (Figura 10).

Figura 10 – Alongamento estático ativo para a musculatura do reto abdominal



Fonte: A autoria de Luciana Gomes Moro.

## **ALONGAMENTO DINÂMICO**

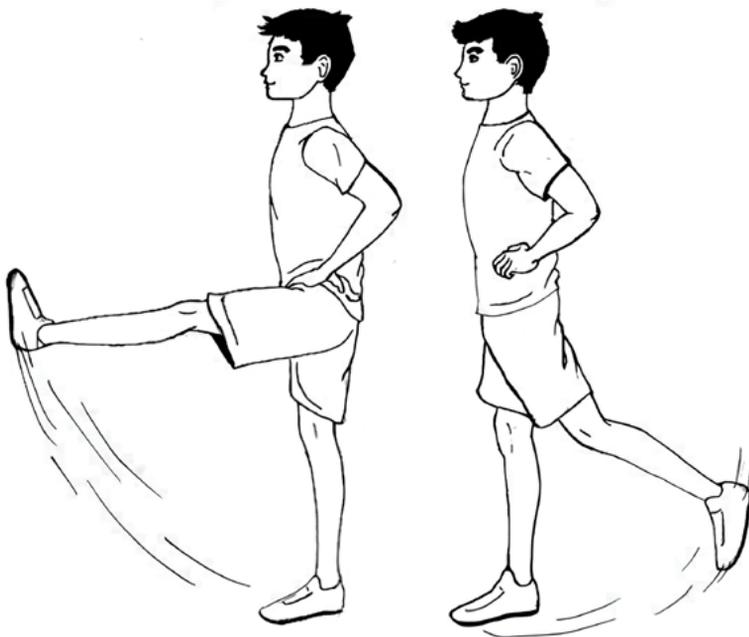
Este método de alongamento parte do princípio que, para que o músculo se alongue, é necessário que outro encurte simultaneamente. Uma definição mais aprofundada a respeito desse método é apresentada no capítulo 1. Normalmente, o alongamento dinâmico é executado em séries, onde em cada série aumenta-se gradualmente a amplitude, através de movimentos repetitivos. A seguir, nas figuras 11 a 15 serão demonstrados alguns exercícios de alongamento dinâmico.

## **ALONGAMENTO DINÂMICO - PÊNDULO FRONTAL**

Posição inicial: Em pé, olhando para frente, com a coluna ereta e mãos na cintura.

Execução: Realizar a flexão e extensão do quadril repetidas vezes, semelhante ao movimento de pêndulo. A cada nova execução deve-se aumentar a amplitude de realização do movimento. Realizar o movimento com ambos os membros e conseqüentemente alterar a base (Figura 11).

Figura 11 - Alongamento dinâmico - Pêndulo frontal



Fonte: Autoria de Luciana Gomes Moro.

## **ALONGAMENTO DINÂMICO - PÊNDULO LATERAL**

Posição inicial: Em pé, olhando para frente, com a coluna ereta e mãos na cintura.

Execução: Um pé fica fixo ao solo, para que o outro membro possa perder o contato com o solo e realizar abdução e adução do quadril repetidas vezes, semelhante ao movimento de pêndulo, após isso os papéis dos membros são invertidos. Realizar o movimento com ambos os membros e consequentemente alterar a base (Figura 12).

Figura 12 - Alongamento dinâmico - Pêndulo Lateral



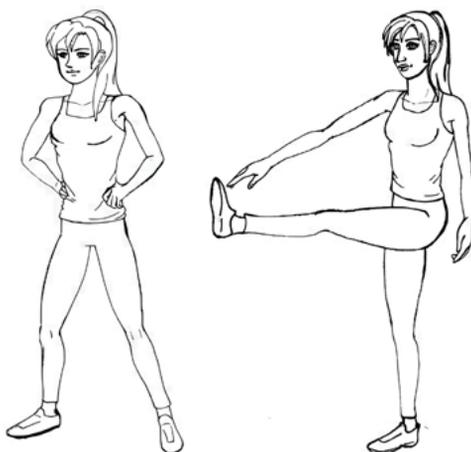
Autora: Luciana Gomes Moro.

## **ALONGAMENTO DINÂMICO - SOLDADINHO**

Posição inicial: Em pé, com as mãos na cintura e olhando para frente.

Execução: Um pé fica fixo ao solo, enquanto o outro eleva à medida que o quadril realiza flexão unilateral. A mão do lado oposto ao quadril flexionado irá em direção ao pé elevado, tentando tocá-lo. Realizar o movimento com ambos os membros e conseqüentemente alterar a base (Figura 13).

Figura 13 – Alongamento dinâmico - Soldadinho



Autora: Luciana Gomes Moro.

## **ALONGAMENTO DINÂMICO - AGACHAMENTO SUMÔ COM EXTENSOR POSTERIOR**

Posição inicial: Em pé, com as mãos na cintura e olhando para frente. Manter os pés afastados em largura maior que a largura do quadril. Leve rotação externa dos tornozelos.

Execução: Agachar até estar de cócoras. As mãos devem tocar os pés, mantendo esse contato, estendendo os joelhos. Deve-se elevar o tronco, removendo as mãos do contato com os pés e retornar à posição inicial (Figura 14).

Figura 14 - Alongamento dinâmico - Agachamento sumô com extensão posterior



Fonte: Autoria de Luciana Gomes Moro.

## **ALONGAMENTO DINÂMICO - AVANÇO COM ROTAÇÃO DO TRONCO**

Posição inicial: Em pé, com as mãos na cintura e olhando para frente.

Execução: Dar um passo largo à frente, realizar o agachamento unilateral e em seguida rotacionar o tronco para o lado do membro que está à frente. Realizar o movimento com ambos os membros e consequentemente alterar a base (Figura 15).

Figura 15 – Alongamento dinâmico - Avanço com rotação



Fonte: Autoria de Luciana Gomes Moro.

## **ALONGAMENTO PASSIVO**

Quando o alongamento ocorre com auxílio de outra pessoa pode ser denominado de alongamento passivo (NELSON; KOKKONEN, 2018). O alongamento passivo é realizado por um profissional em outra

pessoa e é necessário que o indivíduo a ser alongado esteja em um estado de “descontração muscular” (ACHOUR JÚNIOR, 2017).

Analisando essas afirmações e observando a perspectiva muscular, é possível interpretarmos que um alongamento passivo pode ser classificado como tal quando existe a “descontração muscular” no músculo alongado (músculo alvo). Dessa forma, a Figura 4 ilustra esse exemplo partindo do princípio desses autores, pois se torna um alongamento passivo devido ao fato da aplicação de força no pé pela mão ser externa em relação à musculatura alongada (musculatura da região dos isquiotibiais e gastrocnêmios). Esse pensamento vai ao encontro de Ackland (2011) que propõe que o alongamento passivo não depende de força muscular no músculo a ser alongado.

Na sequência, as figuras 16 e 17 demonstram exemplos de alongamento passivo.

### **ALONGAMENTO PASSIVO PARA A REGIÃO DA ARTICULAÇÃO DO QUADRIL**

Posição inicial: O profissional irá posicionar o aluno em decúbito dorsal, em posição confortável e relaxada.

Execução: O profissional irá flexionar ambos os joelhos do aluno, após fará a rotação externa com o quadril do mesmo membro. Por fim, apoiará o pé no joelho do membro oposto, realizando o movimento com ambos os membros (Figura 16).

Figura 16 – Alongamento Passivo para a musculatura da articulação do quadril



Fonte: Autoria de Luciana Gomes Moro.

### **ALONGAMENTO PASSIVO TRABALHANDO ISQUIOTIBIAIS E GASTROCNÊMIOS**

Posição inicial: O profissional irá posicionar seu aluno em decúbito dorsal, em posição confortável e relaxada.

Execução: O profissional fará a flexão do quadril em um dos membros inferiores, segurando no joelho e no pé do mesmo membro, enquanto o outro membro continua em contato com o solo, porém com o joelho flexionado, deve ser realizado o movimento com ambos os membros (Figura 17).

Figura 17 – Alongamento passivo trabalhando isquiotibiais e gastrocnêmios



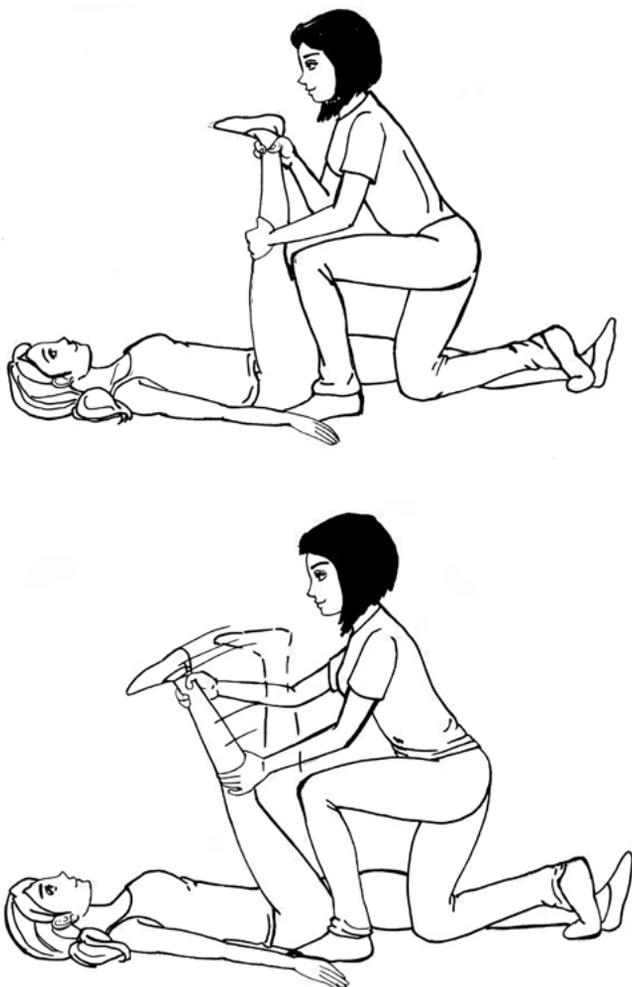
Fonte: Autoria de Luciana Gomes Moro.

## **FACILITAÇÃO NEUROMUSCULAR PROPRIOCEPTIVA (FNP)**

Uma definição mais aprofundada a respeito da FNP é apresentada no capítulo 1. Observa-se, na Figura 18, um exemplo onde este método é empregado. Na parte esquerda da figura, o aluno atinge uma amplitude de movimento na qual já começa a sentir um leve desconforto na articulação do membro e, após isso, aplica força no membro inferior em direção ao profissional que o está auxiliando. Esse mesmo profissional aplica uma

força de resistência, impedindo o indivíduo de realizar o movimento até certo ponto. Neste caso, o alongamento está sendo causado por uma contração muscular isométrica. Na parte direita da figura, o aluno interrompe a contração e, devido ao estímulo e à interação entre fuso muscular e Órgão Tendinoso de Golgi, é possível adquirir maior amplitude de imediato.

Figura 18 – Alongamento por FNP



Fonte: Autoria de Luciana Gomes Moro.

## FLEXIONAMENTO

Os conceitos desse termo e a questão de seu uso na literatura nacional e internacional são apresentados no capítulo 1. Como demonstrado na Figura 19, durante o alongamento não é exercida força externa e há esforço mínimo sobre a articulação. Enquanto isso, no flexionamento/alongamento de alta intensidade existe a necessidade de aplicar força externa para completar o movimento, exigindo demasiado esforço sobre a articulação (DANTAS, 2018).

Figura 19 – Flexionamento - alongamento de alta intensidade

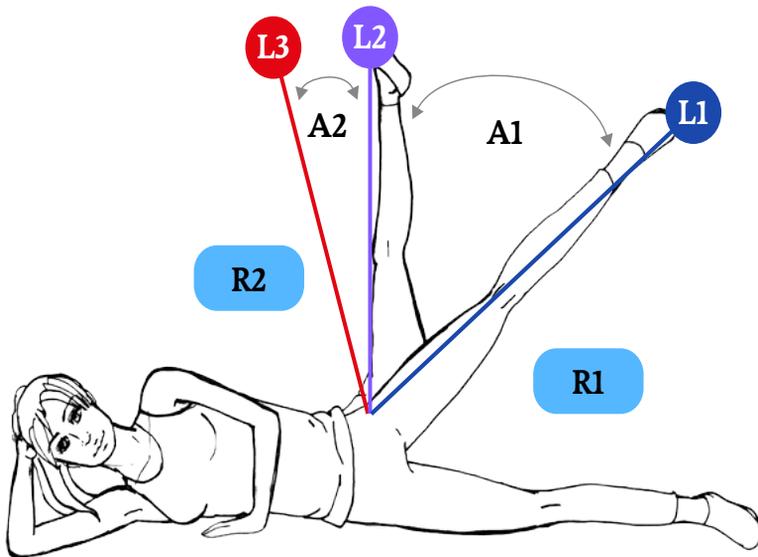


Fonte: Autoria de Luciana Gomes Moro.

Na Figura 20 observa-se que, conforme o grau de amplitude gerada, ocorre sucessivamente o alongamento, flexionamento e atinge-se o ponto limite de amplitude de realização do movimento. Essas regiões divergem de acordo com o grau de flexibilidade de cada indivíduo.

Figura 20 – Diferença entre alongamento e flexionamento:

- L1 (Limiar de alongamento) - início das deformações dos componentes elásticos; L2 (Limiar de Flexionamento) - início das adaptações crônicas (ação dos proprioceptores); L3 (Limite) - ponto a partir do qual pode-se provocar lesões;
- A1 - Área de alongamento;
- A2 - Área de flexionamento e região de dor;
- R1 - Região onde não há produção de efeitos; R2 - Região de produção de lesões.



Fonte: Autoria de Luciana Gomes Moro. Adaptado de SILVA, 2017.

## MOBILIDADE ARTICULAR

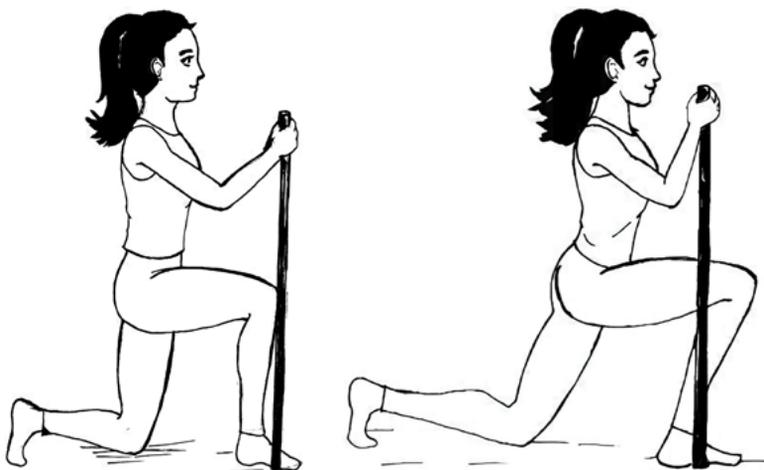
Os conceitos do termo mobilidade articular são apresentados no capítulo 1. Nas figuras a seguir, enumeradas de 21 a 24, são apresentados exercícios para melhorar a mobilidade articular.

### EXERCÍCIO PARA MOBILIDADE DO TORNOZELO

Posição inicial: Em base alternada, com um dos membros inferiores posicionado atrás e o joelho apoiado ao solo, o outro membro inferior posicionado à frente e o pé em contato com o chão, a mão do mesmo lado do membro inferior posicionado à frente segura o bastão encostando no joelho.

Execução: Realizar movimentos de dorsiflexão com o tornozelo do membro inferior que está à frente, tentando ultrapassar o bastão pela lateral (Figura 21).

Figura 21 – Exercício dinâmico para mobilidade do tornozelo



Fonte: Autoria de Luciana Gomes Moro.

## EXERCÍCIO PARA MOBILIDADE DA ARTICULAÇÃO DO QUADRIL

Posição inicial: Em base alternada, joelho do membro inferior que está atrás como apoio ao solo, enquanto se utiliza o pé do membro inferior que está à frente como apoio.

Execução: Deve-se projetar o quadril para a frente e retornar à posição inicial repetindo esse ciclo algumas vezes (Figura 22).

Figura 22 – Exercício dinâmico para mobilidade do quadril



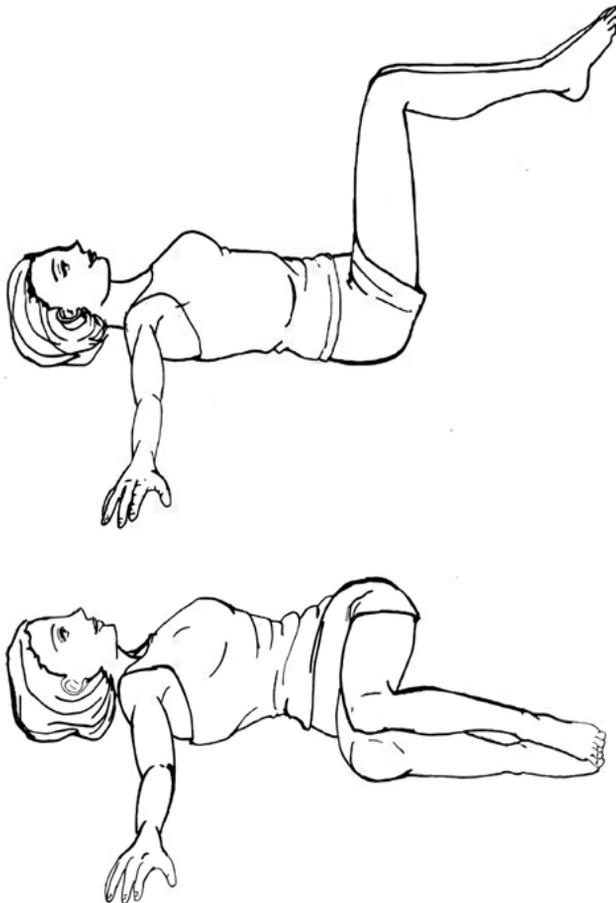
Fonte: Autoria de Luciana Gomes Moro.

### **EXERCÍCIO DE MOBILIDADE PARA REGIÃO DA COLUNA LOMBAR**

Posição inicial: Em decúbito dorsal, braços estendidos horizontalmente e quadril e joelhos flexionados.

Execução: Realizar movimentos de rotação das vértebras da lombar, de forma dinâmica, com o quadril para ambos os lados trazendo os joelhos em direção ao solo (Figura 23).

Figura 23 - Exercício para mobilidade lombar



Fonte: Autoria de Luciana Gomes Moro.

## **EXERCÍCIO DE MOBILIDADE PARA A ARTICULAÇÃO DOS OMBROS**

Posição inicial: Em decúbito dorsal, realizar a flexão de ambos os cotovelos (90 graus) e manter o contato dos membros superiores com o solo.

Execução: Realizar a rotação de ambos os ombros simultaneamente trazendo a palma e o dorso da mão para o solo repetidamente (Figura 24).

Figura 24 – Exercício para mobilidade dos ombros



Fonte: Autoria de Luciana Gomes Moro.

Todas as atividades, sejam elas cotidianas ou esportivas, exigem certo grau de mobilidade para a execução ideal. Se o indivíduo não possui a quantidade de mobilidade adequada, o resultado pode ser o aumento da possibilidade de lesões, assim como o menor desempenho nas atividades (*NATIONAL STRENGTH AND CONDITIONING ASSOCIATION, 2015*).

As ilustrações 25 e 26 mostram as diferenças entre a execução de um agachamento com menor e maior mobilidade de tornozelos.

## **AGACHAMENTO COM POUCA DORSIFLEXÃO DOS TORNOZELOS**

Posição inicial: Em pé, com os pés paralelos, evitando flexão da coluna, braços à frente do corpo e olhando para frente.

Execução: Deve-se flexionar os joelhos, abaixando o centro de gravidade e mantendo a coluna ereta (Figura 25).

Figura 25 – Agachamento com pouca dorsiflexão dos tornozelos



Fonte: A autoria de Luciana Gomes Moro.

### **AGACHAMENTO COM MAIOR DORSIFLEXÃO DOS TORNOZELOS**

Posição inicial: Em pé, com os pés paralelos, coluna ereta, braços à frente do corpo e olhando para frente.

Execução: Flexionar os joelhos, abaixando o centro de gravidade e mantendo a coluna ereta (Figura 26).

Figura 26 – Agachamento com maior dorsiflexão dos tornozelos



Fonte: Autoria de Luciana Gomes Moro.

## CONCLUSÃO

Diante das dificuldades de entendimento prático e visual de conceitos que necessitam vivência para total compreensão, surge a ideia da elaboração do presente capítulo para preencher tal lacuna. O intuito deste capítulo foi conseguir transmitir o conhecimento através do meio visual, para que seja literalmente visível a compreensão sobre as diferenças entre os métodos de alongamento (estático, dinâmico, ativo, passivo e FNP) e exercícios de mobilidade para as diferentes articulações do corpo, tendo em vista que nem todo o trabalho de mobilidade articular envolve alongamento, porém nem todo o alongamento visa desenvolver a mobilidade articular. Além de observar como a execução dos exercícios pode ficar prejudicada pela carência da mobilidade.

## REFERÊNCIAS

- ACHOUR JÚNIOR, A. **Mobilização e alongamento na função musculartoarticular**. 1 ed. Barueri: Manole, 2017.
- ACKLAND, T. R.; ELLIOT, B. C.; BLOOMFIELD, J. **Anatomia e biomecânica aplicadas no esporte**. 2. ed. Barueri: Manole, 2011. p. 385.
- DANTAS, E. **Alongamento e flexionamento**. 6. ed. Barueri: Manole, 2018. 416 p.
- DANTAS, E. H. M.; SOARES, J. S. **Flexibilidade aplicada ao personal training**. 2015.
- KISNER, C.; COLBY, L. A. **Exercícios terapêuticos: fundamentos e técnicas**. 6. ed. Barueri: Manole, 2016. 1025 p.
- LOPES, C. R. *et al.* Comparação dos Métodos de Alongamento Ativo Estático, Passivo Estático e Ativo dinâmico na Flexibilidade do quadril. **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, São Paulo, v. 12. n. 80, p. 1117-1123, 2018.
- NATIONAL STRENGTH AND CONDITIONING ASSOCIATION. **Guia para avaliações do condicionamento físico**. Barueri: Manole, 2015. 420 p.
- NELSON, A. G.; KOKKONEN, J. **Anatomia do alongamento: guia ilustrado para aumentar a flexibilidade e a força muscular**. 2. ed. Barueri: Manole, 2018.
- SILVA, C. A. **A importância do alongamento e da flexibilidade no exercício físico**. Disponível em: <<https://slideplayer.com/slide/11628707/>>. Publicado em: 2017. Acesso em: 19 mai. 2023.

### CAPÍTULO 3

# MECANISMOS NEURAIS E PROPRIOCEPTIVOS ENVOLVIDOS NA FLEXIBILIDADE

*Cléo Pereira Ribeiro<sup>1</sup>*

## INTRODUÇÃO

A compreensão dos fundamentos biológicos que envolvem o treinamento de flexibilidade propicia a geração de adaptações fisiológicas sólidas e não meros resultados casuais (ALTER, 2009). Pode-se usar o termo Flexibilidade, no estrito da palavra, em diversas ocasiões e momentos. Aqui sua aplicação sempre estará relacionada à maleabilidade da estrutura músculo-articular. Mecanismos neurosensoriais e motores estrategicamente distribuídos ajustam-se de forma aguda e crônica adequando a quantidade e qualidade da amplitude, força e relaxamento envolvida nesta estrutura (CHEUNG; SEKI, 2021).

De acordo com Kandel *et al.* (2014), toda ação motora é conduzida pelo sistema nervoso central (encéfalo e medula espinhal) e periférico (sensitivo e motor). Através de redes, intimamente ligadas, conduzem estímulos nervosos do centro para a periferia ou contrária, da periferia para a região central. Dentro de uma organização funcional, o cérebro constrói a matriz, baseado nas sensações que chegam do mundo exterior, planeja e envia uma tarefa ou comando específico para o sistema motor executar. Locomover-se implica numa grande variedade de comportamentos motores que, regrados com informações sensoriais adequadas, alimentam todos os movimentos humanos habituais (PEARCEY; ZEHR, 2019). Assim, o

---

<sup>1</sup> Licenciatura Plena em Educação Física. Pós-Graduado em Pesquisa e Ensino do Movimento Humano - Subárea Fisiologia do Exercício pela UFSM. E-mail: cleopr68gmail.com

marcante controle fino dos movimentos observado em mamíferos resulta da integração sensorial motora (PEARCEY; ZEHR, 2019).

Neste cenário torna-se pertinente entender refinada interatividade que, dinamicamente, envolve os sistemas nervoso e muscular. Somente com sólido conhecimento desses sistemas pode-se aproveitar a relação dose-resposta em diferentes panoramas como prevenção de lesão, manutenção e aprimoramento de capacidades físicas ou mesmo a recuperação dos padrões músculo-articulares à normalidade.

## **SISTEMA NERVOSO**

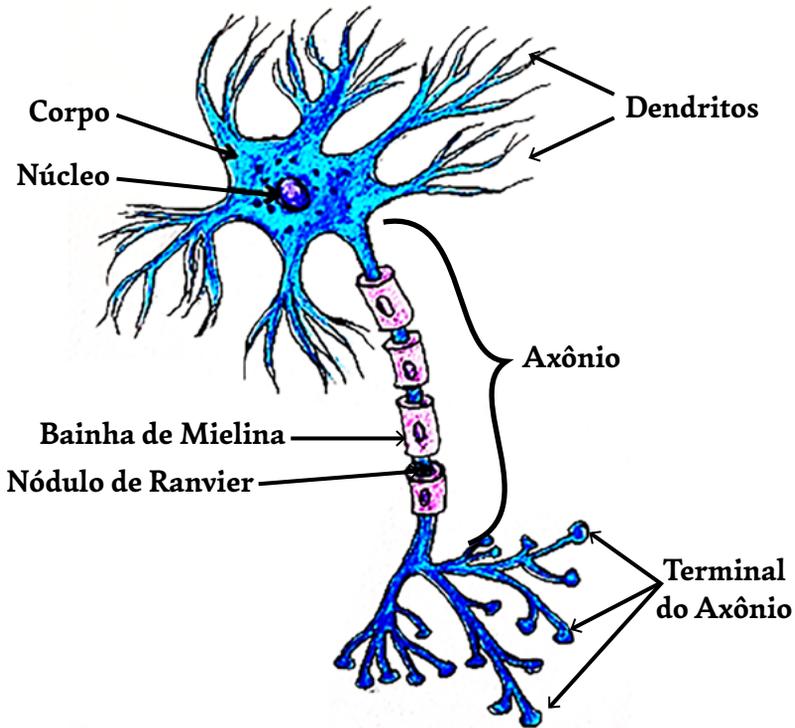
De acordo com Cheung e Seki (2021), Roger Sperry argumentava eloquentemente que “a função principal do sistema nervoso é a inervação coordenada da musculatura”. Compreender o mecanismo neural da coordenação motora continua sendo uma questão central e difícil na neurociência. A sobrevivência humana depende da viabilidade desse mecanismo em coordenar de forma tratável e robusta as atividades de milhares de unidades motoras distribuídas entre centenas de músculos gerando de forma eficiente diversos comportamentos motores.

O complexo neural encontra-se permanentemente de prontidão para responder a qualquer estímulo interno ou externo capaz de romper o estado estável de equilíbrio celular (homeostasia). Qualquer eventual ruptura, intencional ou reflexa, como um simples alongamento manual ou pancada acidental na estrutura músculo esquelética rompe essa condição de equilíbrio e gera uma cascata de eventos envolvendo neurônios sensitivos e motores. Quando a ruptura é intencional, como no alongamento manual, um neurônio sensitivo local conduz o estímulo até o cérebro que interpreta e encaminha determinada resposta via neurônio motor. Situação semelhante ocorre em uma ruptura não intencional, como no reflexo patelar causado por uma pancada, nesse caso o ajuste desencadeado é mediado pela medula e não pelo cérebro (AIRES, 2018).

Em ações articulares reflexas, neurônios sensoriais e motores são prontamente ativados para restabelecer o equilíbrio através de duas ações, ativação de músculos agonistas e inibição de músculos antagonistas (HALL; HALL, 2021). Cada neurônio é composto basicamente por quatro

regiões morfológicas, a saber: o corpo celular, o axônio, os dendritos e os terminais ou botões pré-sinápticos, Figura 1. Do corpo celular originam-se os dendritos, responsáveis por receber e transmitir os estímulos aferentes entre as células, e um axônio tubular que se estende e carrega as respostas até os neurônios motores (KANDEL *et al.*, 2014).

Figura 1 – Estrutura do neurônio



Fonte: A autoria de Luciana Gomes Moro.

Apesar da igualdade na composição morfológica, neurônios com origem medular e cerebral diferem-se entre si e consideravelmente dos neurônios motores em relação ao volume do corpo celular da extensão e calibre dos axônios, ao número de terminais pré-sinápticos e dendritos. Em relação ao comprimento encontram-se neurônios com axônios longos (interligando o sistema central com o periférico, com função sensitiva ou motora) e curtos (nervos centrais, restritos a substância cinzenta, com

função de interligar circuitos locais). A condutibilidade do potencial de ação também difere entre eles, dependendo da bainha de mielina. Nos mielinizados propaga-se rapidamente e nos mielinizados torna-se lento (HALL; HALL, 2021).

Além da bainha de mielina, o calibre do axônio também interfere na velocidade de condução do potencial de ação. Essa diferença de calibre entre nervos musculares e cutâneos é motivo para classificá-los de forma diferenciada. Os primeiros são identificados como tipo I, II, III e IV, já os cutâneos A $\alpha$ , A $\beta$ , A $\delta$  e C. Enquanto os dois primeiros cutâneos monitoram as deformações mecânicas, os dois últimos sensibilizam-se mediante ações térmicas, nocivas e dolorosas, Quadro 1 (KANDEL *et al.*, 2014).

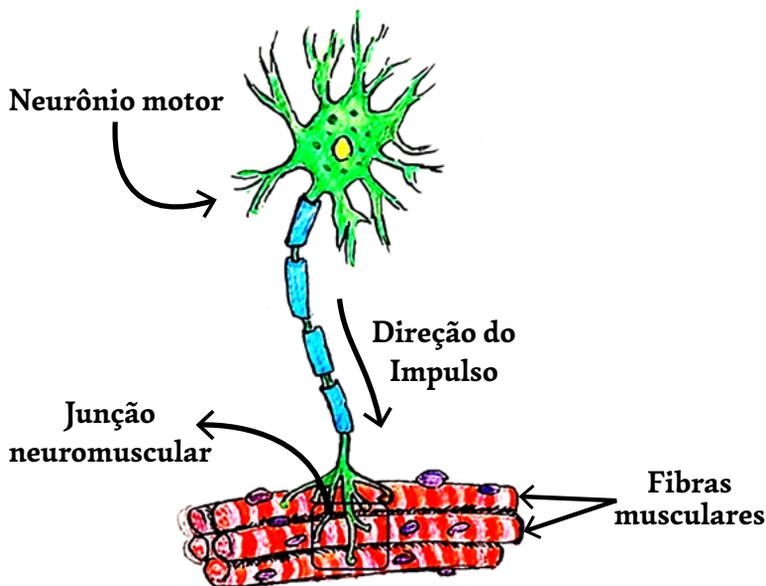
Quadro 1 – Classificação das fibras sensoriais nos nervos periféricos

	Nervos musculares	Nervos cutâneos	Diâmetro da fibra ( $\mu\text{m}$ )	Velocidade de condução (m/s)
Mielinizadas				
Grossa	I	A $\alpha$	12-20	72-120
Média	II	A $\beta$	6-12	36-72
Fina	III	A $\delta$	1-6	4-36
Amielinizadas	V	C	0,2-1,5	0,4-2,0

Fonte: Adaptado de KANDEL *et al.* (2014).

Sob a ótica da funcionalidade são os neurônios motores que tornam possível o movimento propriamente dito. Cada um deles inerva e fornece homogeneidade, características metabólicas e funcionalidades específicas a um conjunto de fibras musculares formando uma unidade motora. Ao conjunto ou grupo anatômico de unidades motoras que compartilham características intrínsecas semelhantes, conectadas a um alvo periférico, como um músculo por exemplo, denomina-se *pool neural*, Figura 2 (STIFANI, 2014).

Figura 2 – Unidade motora e as fibras musculares, em vermelho, por ela inervada



Fonte: Autoria de Luciana Gomes Moro.

A unidade motora representa a conexão primária do centro nervoso com o movimento propriamente dito. Composta pelo neurônio motor espinhal e suas inervadas fibras musculares, apresentam um padrão excitatório distinto e hierárquico no recrutamento, iniciando-se pelas unidades pequenas e lentas, migrando-se para unidades maiores e rápidas (JOHNSON *et al.*, 2017).

Todo o comando motor segue uma cascata de eventos, despolarização, geração de um potencial de ação, propagação desse pelo axônio até o músculo, liberação de neurotransmissores na junção neuromuscular, passagem do potencial de ação até o sarcolema e, por fim, a redistribuição do potencial de ação por todas as fibras musculares da unidade motora. Essa cascata pode acontecer simultaneamente em várias unidades motoras e seus registros podem ser vistos através da eletromiografia (HALL; HALL, 2021).

Classicamente encontram-se dois tipos de fibras, a tipo I, de lenta contração, e tipo II, de rápida contração. Esta última, tipo II, subdivide-se em IIb, menos fatigáveis, e IIx ou IIc. Embora a biogênese da fibra seja determinada pelo neurônio que a inerva, suas propriedades metabólicas, especialmente das fibras intermediárias, podem sofrer alterações decorrentes do envelhecimento ou do treinamento físico sistemático (KANDEL *et al.*, 2014).

Conforme Venturelli *et al.* (2018) o envelhecimento, por si só, provoca alterações morfológicas nas unidades motoras, parte dessas mudanças são consequências do estresse oxidativo e demais processos inflamatórios. Outros fatores associam-se ao período como apoptose acentuada, após os 60 anos, alterações na função neural e transmissão prejudicada de sinais. Nesse contexto, a redução da massa muscular responde parcialmente pelo declínio neurofuncional.

A deterioração sistêmica, observada com o avanço da idade, acontece pela interação de diferentes agentes que atuam em fases distintas com impacto consistente no controle neural (PROSKE; GANDEVIA, 2012). Para que toda sistemática aferente e eferente aconteça, na extremidade distal de todo o processo físico ou químico encontram-se intérpretes funcionais e com um papel fundamental, os receptores. Altamente especializados, os receptores monitoram incessantemente as alterações ocorridas externamente ou internamente, transformando-as numa linguagem elétrica, única, capaz de ser conduzida pela rede neural, sendo codificada pelo sistema nervoso central (KANDEL *et al.*, 2014).

Resumidamente, a comunicação entre o cérebro e demais tecidos ou órgãos do corpo só acontece através do sistema nervoso e cada neurônio é único em resposta e função. Qualquer ocorrência física como estiramentos ou encurtamentos muscular será interpretada por receptores neurais. O entendimento mínimo sobre os caminhos que envolvem essa complexa rede de estímulo-resposta pode evitar lesão tecidual, especialmente nos exercícios de estiramento muscular e auxiliar na elaboração de novos sistemas de treinamento.

## RECEPTORES NEURAIS

De acordo com Aires (2018), todas as estruturas que sofrem uma determinada ação e as convertem em informação capaz de ser processada pelo sistema nervoso, recebe a designação de receptor. Localizados estrategicamente em regiões anatômicas, os receptores sensoriais humanos são altamente especializados na transdução de estímulos de natureza energética mecânica, térmica ou química.

Segundo Hall e Hall (2021), cada receptor sensibiliza-se apenas na presença de uma forma de energia, conferindo-lhe assim especificidade e sensibilidade única. Para efetivar-se um estímulo, a intensidade energética, dessa ação, deve ser compatível com o limiar programado no receptor. Entretanto, se estiver acima desse ponto, outros receptores, como os responsáveis pela dor, responderão prontamente para evitar lesão tecidual. Em função de suas afinidades energéticas, os receptores classificam-se em:

**Mecanorreceptores:** Estimulados por deformações mecânicas em suas estruturas ou de células próximas a eles;

**Quimiorreceptores:** Despertos por modificações nas concentrações de solutos ou metabólitos;

**Termorreceptores:** Sensíveis às mudanças de temperatura;

**Eletromagnéticos:** Sensibilizados por alterações físicas como a luz que ingressa pela retina;

A capacidade de adaptar-se, parcial ou completamente, a um estímulo contínuo ou intermitente é outra característica pontual dos receptores sensitivos. Inicialmente seguem-se descargas elevadas de impulsos até que o ajuste aconteça e apenas alguns poucos continuam. Enquanto alguns receptores respondem quase que instantaneamente a ação recebida, menos de um segundo, outros demandam maior tempo, superior a cinco segundos (AIRES, 2018). Esse período de tempo é claramente percebido no estiramento muscular leve. Inicialmente surge um pequeno desconforto e na medida em que se mantém a posição, logo desaparece. De acordo com Arnoux *et al.*, (2017) outra capacidade pertinente dos receptores refere-se à capacidade preditiva. Como exemplo preditivo cita-se aquela perda momentânea do equilíbrio corporal que rapidamente é corrigida pelos receptores localizados nos canais semicirculares. Da mesma forma, durante a corrida, informações aferentes vindas dos sistemas articular e

muscular alimentam a previsibilidade do sistema nervoso em antecipar ações eferentes para um perfeito ajuste coordenado do sistema muscular.

Os mecanorreceptores que retroalimentam os exemplos anteriores, também são conhecidos como “Proprioceptores”. Para Charles Sherrington, um dos pioneiros a cunhar o termo. A propriocepção refere-se à percepção de si próprio, à capacidade consciente dos movimentos corporais e da postura em relação ao próprio corpo, particularmente da cabeça e dos quatro membros. Em qualquer movimento ou mudança de posição ocorrerão deformações na pele e no complexo músculo articular, modificando o ângulo, a tensão muscular, as alterações no comprimento da pele e músculo que somados complementam o rol de informações periféricas necessárias para alcançar a excelência proprioceptiva (PROSKE; GANDEVIA, 2012). Conforme Kandel *et al.*, (2014), a interação de mecanismos somato sensitivos (visuais, táteis e proprioceptivos) oferecem rapidez e precisão, contudo, na ausência de um deles os receptores proprioceptivos conseguem prover razoável ajuste motor.

Para Polanen *et al.*, (2019), o cérebro gera uma estimativa, no contexto da percepção, formada a partir do volume multissensorial que recebe, de modo geral, quanto maior o número de fontes sensoriais envolvidas, tato, visão e o sistema motor, presenteia-se melhor ajuste e dinâmica para o movimento requerido. Porém, não existe subordinação entre as fontes sensitivas, cada uma delas leva suas informações até o cérebro por rotas independentes.

Ao que parece, em tarefas puramente proprioceptivas envolvendo movimentos da cabeça ou membros, o *feedback* primário é de competência dos receptores envolvidos diretamente com o movimento, enquanto os demais canais sensitivos auxiliam na polidez da tarefa. Recentemente Missitzi *et al.* (2018) ressaltaram que o domínio proprioceptivo é herdado. Seus resultados corroboram nesse sentido, isto justificaria, pelo menos em parte, o sucesso de alguns atletas de elite em provas que exigem perspicácia proprioceptiva. Da mesma forma, no campo da reabilitação, deficiências funcionais e reabilitações, observam-se diferentes desfechos clínicos em pacientes com lesões periféricas idênticas tratados com o mesmo protocolo terapêutico. Ao que parece a relação entre propriocepção, plasticidade neural e componente hereditário estreita-se cada vez mais para a criação de protocolos ímpares. Nesse sentido, no campo da propriocepção os mecanorreceptores cutâneos, receptores articulares, fusos musculares e os órgãos tendinosos de golgi merecem considerável atenção.

## Receptores Cutâneos

De acordo com Hall e Hall (2021), os receptores cutâneos localizam-se especialmente nas mãos e pés, estimulam-se por ações energéticas mecânicas, como compressões e rotações articulares ou perfurações teciduais. Inervados por dois tipos de fibras, rápida e lenta, monitoram um conjunto de sensações como dor, tato e pressão, estímulos térmicos e ações danosas teciduais. Entre eles encontram-se os corpúsculos de Meissener, Pacini, Merkel e Ruffini (tipo  $A\alpha$ ,  $\beta$ ), os pêlos táteis (tipo  $A\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\delta$ ) e as terminações nervosas livres, sensíveis ao estiramento (tipo III,  $A\delta$ ).

O monitoramento da dor e lesão merece considerável atenção. Para Kandel *et al.* (2014), os receptores responsáveis por sinalizá-las são conhecidos por nociceptores. Ativos na prevenção inibindo ações das unidades motoras, mas também em lesões já ocorridas. Os receptores do tipo  $A\delta$  produzem dor de latência curta descrita como aguda e em pontada enquanto que os do tipo C fornecem a percepção de dor caracterizada por episódios lentos e de queimação, com difusa localização e pouca tolerância. Muitos desses são terminações nervosas livres primárias, localizadas nos diferentes órgãos, tecidos, músculos e articulações, sensivelmente afetados pela fadiga metabólica ou sinais de lesão tecidual. Por tratar-se de um estado complexo, influenciado pelo estado emocional e contingências ambientais, a dor reflete a integração de muitos sinais sensoriais, influenciados pela experiência pessoal, tornando-a de difícil tratamento.

Conforme Crevecoeur *et al.* (2017), Pearcy e Zehr (2019), apesar de funcionarem por caminhos independentes, com autonomia, com funções e latências distintas, os receptores cutâneos interagem consistentemente com outros receptores, como os fusos musculares. As informações sensitivas vindas de múltiplas fontes contribuem substancialmente para os movimentos coordenados como o andar, porém, as retroalimentações oferecidas pelos receptores cutâneos são de vital importância.

No caso dos pés, agem como verdadeiras “antenas sensoriais” no ajuste sensorio motor. Mas, pontualmente, Peters *et al.* (2016), chamam atenção para o fato de que a funcionalidade dos receptores cutâneos diminui com o advento do envelhecimento, provocando considerável deterioração plantar e redução na estabilidade postural, em adultos mais velhos. Portanto, retroalimentações vindas dos receptores cutâneos merecem proporcional atenção na prevenção de lesões, desenvolvimento, manutenção ou recuperação proprioceptiva da perda momentânea do movimento corporal consciente.

## Receptores Articulares

Os receptores articulares sensibilizam-se por ações de pressão e distensão, em função de suas características morfológicas e comportamentais dividem-se em quatro tipos. O I e II apresentam baixo limiar, adaptam-se lenta e rapidamente ao estímulo, respondem a pequeníssimos estresses mecânicos, participam na sinalização da direção, amplitude e velocidade. O tipo I atua no repouso e movimento, enquanto o tipo II controla os movimentos que exigem mudanças rápidas, como aceleração e desaceleração. De alto limiar, os receptores tipo III tornam-se ativos nos movimentos articulares extremos, estão inativos nas articulações imóveis, monitoram principalmente a direção e inibem a ação de músculos que se contraem demasiadamente ao ponto de colocar em risco a integridade articular. O tipo IV subdivide-se em a e b, normalmente estão inativos, monitoram a dor nos tecidos articulares provocadas por grande deformação mecânica ou por agentes químicos internos (ALTER, 2009).

São necessários mais estudos acerca dos receptores articulares, especialmente em humanos, porém é inegável sua atuação na sinalização do movimento articular (PROSKE; GANDEVIA, 2012). Todavia, pelo menos em algumas articulações como o quadril, é incapaz de detectar e informar a posição do segmento.

## Fusos Musculares

Conforme Macefield e Knellwolf (2018), a maior contribuição proprioceptiva é fornecida pelos fusos musculares distribuídos em todos os músculos esqueléticos e em maior número nas regiões onde a propriocepção fina é necessária. Por exibirem extraordinária sutileza, plasticidade e precisão nos movimentos, entre os mamíferos, o modelo de estudo científico com gatos preenche a base de compreensão sobre propriocepção e fusos musculares. Eles informam ao cérebro, via sentido, qualquer mudança no comprimento muscular, esse processa e encaminha uma resposta motora, traduzindo a mesma em movimento (coordenado ou reflexo) para restabelecer o comprimento original ou mantê-lo contraído estaticamente na nova posição.

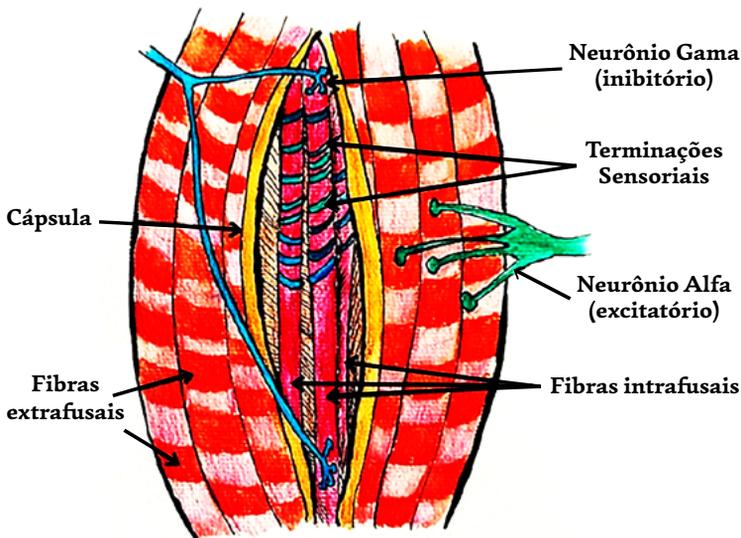
A atividade fusiforme acontece permanentemente, seja no controle tônico (componente estático, no repouso) ou nas mudanças de comprimento muscular (componente dinâmico, em movimento). Suas vias motoras alfas inervam

exclusivamente as fibras extrafusais e são elementos chaves para contração muscular. Tem papel singular no reflexo espinhal, chegando a extraordinárias velocidades de condução, próximas de 100 m/s (ROBERGS; ROBERTS, 2002).

Day *et al.* (2017) dizem que esses sensibilizam-se facilmente com alterações no comprimento muscular e correlacionam-se fortemente com os ângulos articulares. Para Proske e Gandevia (2012), a evidência que melhor reforça seu papel no monitoramento dos ângulos articulares reside na implantação de próteses articulares. Mesmo com substituição total dos componentes capsulares e ligamentares, os pacientes continuam mantendo a noção de posição e senso de movimento intacto.

Em síntese, a ação fuso motora ocorrerá sempre que alguma ação interna ou externa alterar o comprimento de um ou mais fascículos musculares, isto desencadeará sinalizações aferentes que chegarão até o sistema nervoso central. Essa será processada e uma ação via eferente, através do neurônio motor, restabelecerá o comprimento inicial dinamicamente ou, pelo menos, manterá estaticamente o novo comprimento, Figura 3.

Figura 3 – Complexo fuso motor, suas estruturas e suas localizações

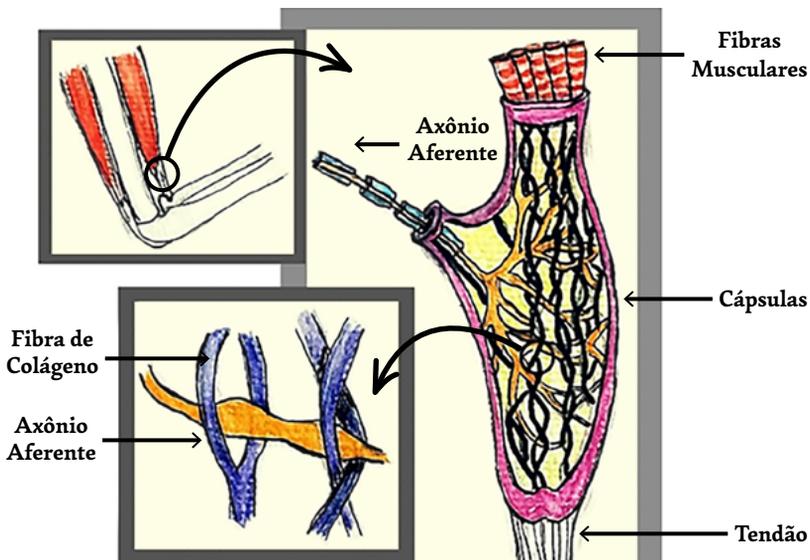


Fonte: Autoria de Luciana Gomes Moro.

## Órgão Tendinoso de Golgi

Mecanorreceptor de vital ligação entre o ventre muscular e a estrutura óssea, inervado por fibras nervosas sensitivas Ib, localizado no tendão muscular o órgão tendinoso de golgi assim como os fusos musculares protagonizam a propriocepção nas ações motoras, Figura 4 (KISTEMAKER et al.).

Figura 4 - Órgão Tendinoso de Golgi



Fonte: Autoria de Luciana Gomes Moro.

De acordo com Nichols (2018), a excelência proprioceptiva estabelecida entre fuso muscular e órgão tendinoso rege magistralmente a sincronia entre músculos agonistas, sinergistas e antagonistas, em condições estáticas ou dinâmicas. Inicialmente, acreditava-se que as unidades de golgi monitoram somente elevadas tensões ocorridas na estrutura muscular tendínea mas, atualmente, sabe-se que sua estimulação ocorre em qualquer limiar de tensão.

Conforme Proske e Gandevia (2012), os órgãos tendinosos de golgi sensibilizam-se com o estiramento, contudo são exímios receptores de força. Cada um deles está interligado com aproximadamente 20 unidades motoras, e sua ligação em série, com as fibras tendíneas, permite monitoramento total do pool neuromotor causado por ações musculares (PROSKE; GANDEVIA,

2012). As unidades localizadas distalmente (perto da inserção ao osso) sensibilizam-se na presença de grandes tensões enquanto as proximais (perto do ventre muscular) detectam microalterações decorrentes de alterações na força muscular, redistribuindo tarefas e produzindo um sinal líquido ao centro nervoso (NICHOLS, 2018). Isso, juntamente com a retroalimentação provida pelos fusos musculares, ajusta a rigidez e força muscular necessária para restabelecer o equilíbrio fisiológico rompido (NICHOLS, 2018).

Para Hall e Hall (2021), ações inibitórias e excitatórias coexistem nas diferentes ações motoras, enquanto o músculo agonista é excitado, seu antagonista é inibido, estabelecendo uma notável organização de vias proprioceptivas que partem da medula espinhal. Apesar de sua menor complacência, o tendão e conseqüentemente as unidades de golgi, inervada por um axônio Ib, sempre serão estimulados durante a contração muscular ou no estiramento passivo. Suas ações podem ser percebidas sempre na ocorrência de abrupta tensão ou após contrações estáticas máximas com pré-estiramento (precedente ao estiramento passivo). Nessas situações ocorre inibição dos músculos agonistas e seus sinergistas, impedindo assim eventual lesão ao complexo músculo tendão.

Caso ocorra um estiramento passivo lento e gradual, sem gerar demasiada tensão, pouca ou nenhuma ação inibitória ocorrerá por parte das unidades de golgi, e os fusos musculares oferecerão um nível de resistência maior ao início acomodando-se ao final (adaptação tônica). Contrariamente, nos estiramentos rápidos e sucessivos de músculos antagonísticos ao movimento, aconteceram reflexos vasomotores excitatórios, visando frear o movimento (adaptações físicas). Essas observações contribuíram para elaborar a técnica conhecida por facilitação neuromuscular proprioceptiva (NICHOLS, 2018).

Para Kisner, Colby e Borstad, (2021), a melhora observada na capacidade de estiramento dos tecidos e na mobilidade articular é fruto de adaptações conseguidas em rotinas sistemáticas de alongamentos, isto sem dúvida contribui para evitar lesão e aperfeiçoa a propriocepção. De modo geral aplicam-se diferentes técnicas baseadas nas retroalimentações fornecidas pelos fusos musculares e órgão tendinosos de golgi, todas oferecem adaptações similares, agudas e crônicas.

Kay *et al.* (2016) testaram duas técnicas de facilitação neuromuscular proprioceptiva, com uma distinta diferença entre elas, a aplicação da fase de contração muscular. Nas duas ocorreram aumentos na mobilidade. Apesar de não encontrarem diferenças significativas entre elas, a técnica

que utilizou a contração muscular numa posição anatômica de melhor conforto mostrou-se promissora.

Sintetizando, as unidades de golgi apresentam-se como estruturas indispensáveis na propriocepção humana. Encaminhando ajustes sistemáticos, podem inibir ações musculares antagônicas, no caso de atos reflexos, ou estimular o recrutamento de unidades motoras de músculos agonistas.

## **CONSIDERAÇÕES SOBRE OS ESTADOS DE EXCITAÇÃO E INIBIÇÃO MUSCULAR**

Como visto anteriormente, a única linguagem que circula pela rede neural é elétrica, sendo mensurada e quantificada em milivolts (mV). Kandel *et al.* (2014) afirmam que basta apenas um ínfimo estímulo energético detectado por receptores sensoriais sincronizados para que ocorram modificações elétricas e potenciais de ação sejam gerados. Os somatórios desses potenciais serão suficientemente fortes para induzir estímulos excitatórios pós-sinápticos em músculos agonistas ou inibitórios, via interneurônio, em músculos antagonistas (reflexo de estiramento).

Esses ajustes são mediados, principalmente, pelos fusos musculares e órgãos tendinosos de golgi que, juntos, comandam permanentemente o estado de contração e relaxamento de um músculo ou grupamento muscular. No que se refere à relação estímulo-resposta observam-se que os protocolos de força fornecem razoável consistência científica, não acontecendo o mesmo em relação aos protocolos destinados ao desenvolvimento da flexibilidade e mobilidade articular.

As técnicas de alongamento utilizadas não oferecem consenso em relação a variáveis como tempo e limiar de estiramento, desconforto. Pairam dúvidas até mesmo em relação ao momento mais adequado para utilizá-las. Há grande variabilidade nas recomendações em relação ao tempo, número de repetições, intervalos de descanso, frequência e técnicas disponíveis. Essas desconformidades parecem ser causadas pela inexistência de uma padronização metodológica entre os estudos (GAMA *et al.*, 2018).

Pelo menos parte das adaptações agudas, providas pelos protocolos de alongamento, pode ser interpretada pelo viés neurofisiológico. Uma condição excitatória (estímulo de contração) ocorrerá sempre que houver

alteração no comprimento da fibra muscular e crescente aumento da tensão (adaptação fásica) Quando a tensão se mantiver estável, sem alteração no comprimento da fibra muscular, as descargas inicialmente serão altas, caindo logo em seguida (adaptação tônica). O inverso, condição inibitória (estímulo de relaxamento), seguirá em músculos antagonísticos quando a contração agonista acontecer por ato reflexo após geração de tensão máxima sustentada por pelo menos 5 segundos, ainda na iminência de possível lesão ou dano tecidual, e por fim na ocasião de excitação dos nociceptores (KANDEL *et al.*, 2014).

## **TÔNUS E RIGIDEZ MUSCULAR, CONCEITOS E ENTENDIMENTOS**

Segundo Hall e Hall (2021), o estado de tensão permanentemente conhecido por tônus basal, mantido em repouso de forma independente nos diferentes tecidos do corpo, é controlado intrinsecamente pelo sistema nervoso simpático e parassimpático. Salvo em condições neuropatológicas ou de secção neural, o tônus basal permanecerá constante e dentro da normalidade.

Inegavelmente, ocorrem alterações físicas e químicas no músculo esquelético decorrentes de rotinas sistemáticas de treinamento físico. Contudo, essas alterações não estão relacionadas ao tônus basal, mas sim à rigidez muscular. Essas podem ser compreendidas como modificações temporárias ocorridas nos sistemas circulatório e metabólico ou ainda modificações estruturais nos compartimentos morfológicos como proteínas contráteis (trofismo muscular) induzidas pelo exercício físico. Caso ocorra a interrupção do treinamento físico, essas adaptações, agudas ou crônicas, serão perdidas alterando-se a rigidez muscular (KANDEL *et al.*, 2014).

Outra modificação transitória observada no repouso e que diminui com o movimento, é conhecida por “Tixotropia Muscular”. Conforme Proske e Gandevia (2012), a tixotropia representa a dependência da propriedade mecânica passiva de um músculo a sua memória passada de contração e alterações em seu comprimento. Os fusos musculares são exímios mecanismos responsáveis por mudanças tixotrópicas. Apesar de esticar, o músculo em repouso permanece firme, mas quando encurtado torna-se

frouxo. Isto demonstra que o músculo é efetivamente maior que a distância entre seus pontos de fixação.

Logo a seguir, baseando-se em memórias pregressas, após um estiramento sofrido pode-se estabelecer conexões temporárias maiores ou menores entre as pontes cruzadas para manter um novo estado de rigidez temporário em repouso. De acordo com Macefield e Knellwolf (2018), após contrações voluntárias as descargas vasomotoras permanecem elevadas por muito tempo. Essas persistentes ligações pregressas, actina-miosina, favorecem novas solicitações de força além de afetar significativamente a propriocepção articular.

A tixotropia muscular, cunhada pelo biólogo Freundlich, responde com melhor propriedade às modificações temporárias ocorridas na rigidez muscular. Conforme Lakie e Campbell (2019), o comportamento tixotrópico acontece sempre que uma substância ou matéria sofrer alteração momentânea em suas ligações moleculares, por ação interna ou externa, com pronto restabelecimento delas no repouso. Músculos exibem comportamento tixotrópico uma vez que suas propriedades mecânicas se alteram no movimento e após algum tempo recuperam-se no repouso. A viscosidade muscular articular (densa no repouso e diluída com o movimento) bem como as ligações das pontes cruzadas exibem muito bem esse comportamento.

A postura humana caracteriza-se por baixos níveis de força. Apenas poucas unidades neuromotoras são recrutadas para vencer a ação gravitacional e manter a resistência de músculos agonistas e antagonistas. Apesar da dificuldade de mensurar a participação ativa e inativa das fibras, sabe-se que, mesmo numa situação de aparente relaxamento, elas contribuem para manter a rigidez muscular geral durante a postura. Para Proske e Gandevia (2012), essa rigidez, característica no músculo em repouso, pode persistir até que novas contrações voluntárias ultrapassem 10% da força máxima. Assim, evolui-se consideravelmente na compreensão desse complexo e extenso mecanismo biofísico, no entanto, encontram-se muitas lacunas sem respostas sobre o comportamento tixotrópico.

Outro contraponto sobre rigidez muscular diz respeito à força atuante sobre um músculo. Os termos “passivo” e “ativo” distinguem duas situações, a primeira refere-se à força atuante quando um músculo é estirado, a segunda quando um potencial elétrico e toda a cascata de eventos seguintes estimula o encurtamento muscular. Três proteínas contráteis encontram-se envolvidas nessas situações, a titina, a actina e a miosina. Todas elas participam

na otimização da força, sendo que a titina contribui expressivamente nas forças passivas e excêntricas. Semelhante à ação de uma mola, ela interliga as bandas e auxilia a maximizar a produção de trabalho muscular. Embora pouco elucidado, alguns mecanismos podem alterar a rigidez inerente da titina, alterando sua viscoelasticidade, bem como o estado de prontidão de todo o complexo contrátil (FREUNDT; LINKE, 2019).

## CONCLUSÃO

O exercício físico, se mal conduzido, pode prejudicar a propriocepção implicando em lesões musculoesqueléticas. O conhecimento detalhado dessa complexa rede de transmissão envolvendo o sistema nervoso e muscular, no repouso ou movimento, pode evitar esse dano. Até o momento, existe consistente informação para evocar resultados satisfatórios no campo do desempenho físico ou mesmo da reabilitação.

A propriocepção, em condições normais, permite-nos executar tarefas sem mesmo pensar sobre elas, como conversar e respirar, ou ajustando o movimento em fração de milésimos de segundo para nos proteger de uma queda. Contudo, o avanço da idade provoca considerável perda em alguns sentidos proprioceptivos, exigindo assim especial atenção na prevenção ou trato com idosos. Por fim, fica evidente que a temática desenvolvida, apesar de sucinta, é ímpar e deve ser aprofundada e assimilada para adequada aplicação no movimento humano, seja com intuito de aprimorar a flexibilidade ou qualquer outra qualidade física.

## REFERÊNCIAS

AIRES, M. de M. **Fisiologia**. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2018.

ALTER, M. J. **Ciência da Flexibilidade**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

ARNOUX, L. *et al.* The visual encoding of purely proprioceptive inter manual tasks is due to the need of transforming joint signals, not to their inter hemispheric transfer. **J. Neurophysiol**, v. 118, n. 14, p. 1598-1608, jun. 2017.

- CHEUNG, V. C. K; SEKI, K. Approaches to revealing the neural basis of muscle synergies: a review and a critique. **J. Neurophysiol**, v. 125, n. 17, p. 1580-1597, mar. 2021.
- CREVECOEUR, F. *et al.* Multi sensory components of rapid motor responses to finger tiploading. **J. Neurophysiol**, v. 118, n. 3, p. 331-343, may. 2017.
- DAY, J. *et al.* Muscle Spindles In Human Tibialis Anterior Encode Muscle Fascicle Length Changes. **J. Neurophysiol**, v.117, n. 11, p. 1489-1498, jan. 2017.
- FREUNDT, J. K.; LINKE, W. A. Titin as a force-generating muscle protein under regulatory control. **J. ApplPhysiol**, v. 126, n. 5, p. 1474-1482, dec. 2019.
- GAMA, H. S. *et al.* Exercícios de alongamento: prescrição e efeitos na função musculoesquelética de adultos e idosos. **Caderno Brasileiro de Terapia Ocupacional**. São Carlos. Universidade Federal do Paraná. v. 26, n. 1, p. 187-206, agosto. 2018.
- HALL, J; E.; HALL, M. E. **GUYTON & HALL - Tratado de Fisiologia Médica**. 14. ed. Rio de Janeiro. GEN Guanabara Koogan. 2021.
- JOHNSON, M. D. *et al.* The potential for understanding the synaptic organization of human motor commands via thefiringpatternsofmotoneurons.<https://journals.physiology.org/journal/jn>.<https://journals.physiology.org/journal/jn> **Neurophysiology**, v. 118, n. 29, p. 520-531, mar. 2017.
- KANDEL, E. R. *et al.* **Princípios de neurociências**, 5. ed. Porto Alegre. AMGH. 2014.
- KAY, A. D.; DODS, S.; BLAZEVIICH, A. J. Acute effects of contract – relax (CR) stretch versus a modified CR technique. **Eur. J. Appl. Physiol**, v.116, n. [s.n], p. 611-621, jan. 2016.
- KISNER, C.; COLBY, L. A; BORSTAD, J. **Exercícios terapêuticos: fundamentos e técnicas**. 7. ed. Barueri. Manole, 2021.
- KISTEMAKER, D. A. *et al.* Control of position and movementis simplified by combined muscle spindle and Golgi tendonorgan feedback.<https://journals.physiology.org/journal/jn> **J. Neurophysiology**, <https://journals.physiology.org/toc/jn/109/4v.109>, n. 24, p. 1126-1139, oct. 2013.
- LAKIE, M. ; CAMPBELL, K. S. Muscletixotropy - where are wenow? **J. ApplPhysiol**, v. 126, n. 9, p. 1790-1799, may. 2019.
- MACEFIELD, V. G.; KNELLWOLF, T. P. Functional properties of human muscles pindles. **J. Neurophysiol**, v. 120, n. 18, p. 452-467, apr. 2018.
- MISSITZI, J. *et al.* Heritability of proprioceptivesenses. **J. Appl. Physiol**, v. 125, n. 8, p. 972-982, mar. 2018.

NICHOLS, T. R. Distributed force feedback in the spinal cord and the regulation of limb mechanics. **J. Neurophysiol**, v.119, n. 6, p. 1186-1200, mar. 2018.

PEARCEY, G. E. P; ZEHR, E. P. We Are Upright-Walking Cats: Human Limbs as Sensory Antennae During Locomotion. **Physiology**, v. 34, n. 7, p. 354-364, aug. 2019.

PETERS, R. M. *et al.* Losing touch: age-related changes in plantar skin sensitivity, lower limb cutaneous reflex strength, and postural stability in older adult. **J. Neurophysiol**, v. 116, n. 3, p. 1848-1858, aug. 2016.

POLANEN, V. V. *et al.* Visual delay affects force scaling and weight perception during object lifting in virtual reality. **J. Neurophysiol**, v. 121, n. 23, p. 1398-1409, jan. 2019.

PROSKE, U. GANDEVIA, S. C. The Proprioceptive Senses: Their Roles in Signaling Body Shape, Body Position and Movement, and Muscle Force. **Physiol Rev**, v 92, [s.n] p. 1651-1697, oct. 2012.

ROBERGS, R. A.; ROBERTS, S. O. **Princípios fundamentais de fisiologia do exercício para aptidão, desempenho e saúde**. 1. ed. São Paulo: Phorte, 2002.

STIFANI, N. Motor neuron sand the generation of spinal motor neuron diversity. **Frontiers In Cellular Neuroscience**, v. 08, n. 9, p. 1-22, oct. 2014.

VENTURELLI, M.; *et al.* Skeletal muscle function in the oldest-old: the role of intrinsic and extrinsic factors. **Exerc. Sport Sci. Rev.**, v. 46, n. 3, p. 188-194, jul. 2018.

# AValiação DA FLEXIBILIDADE E MOBILIDADE ARTICULAR

*Henrique Santos Lima<sup>1</sup>*  
*Tiago Dutra Leite Nunes<sup>2</sup>*

## INTRODUÇÃO

A flexibilidade possui especificidades de acordo com cada músculo e articulação que estão sendo avaliados. Logo, não é possível por meio de um único teste determinar a flexibilidade geral do avaliado. Além disso, cada articulação possui sua própria amplitude máxima de movimento (ADM) que diz respeito exclusivamente à função da articulação específica (ACSM, 2011).

Para que uma pessoa mantenha sua independência funcional e consiga realizar suas atividades diárias, é necessário que ela possua níveis adequados de flexibilidade (HEYWARD, 2013). Nesse contexto, sua mensuração é capaz de ressaltar princípios generalizadores, padrões e tendências de comportamento (DANTAS, 2018). Assim, entende-se a importância de avaliar essa capacidade física.

Ao avaliar a ADM é possível observar, de maneira funcional, especificamente a flexibilidade do membro ou articulação avaliada. Assim, para obter resultados confiáveis, é preciso realizar testes com o intuito de, ao final da avaliação, adquirir informações pertinentes para auxiliar na prescrição correta dos exercícios físicos (PEREZ *et al.*, 2020).

Existem três tipos de testes para a avaliação da flexibilidade, são eles: testes adimensionais, angulares e lineares, sendo cada um deles classificados de acordo com a unidade de mensuração utilizada (ARAÚJO, 2000; PEREZ *et al.*, 2020). Ao longo deste capítulo, serão apresentados todos esses diferentes tipos de testes, bem como os procedimentos específicos para realizar cada um corretamente.

---

1 Aluno de graduação do curso de Fisioterapia pela UFN. E-mail: lima.henrique@acad.ufn.br

2 Aluno de graduação do curso de Educação Física (Bacharelado) pela UFSM. E-mail: tiago.nunes@acad.ufsm.br

## TESTES ADIMENSIONAIS

Os testes adimensionais não utilizam unidades comuns de medida como centímetros ou graus. Nesse tipo de teste, ocorre a interpretação dos movimentos articulares e a comparação com um gabarito ou mapa de análise preestabelecido (ARAÚJO, 2000; PEREZ *et al.*, 2020). A seguir, alguns exemplos de testes adimensionais serão apresentados.

### Flexiteste

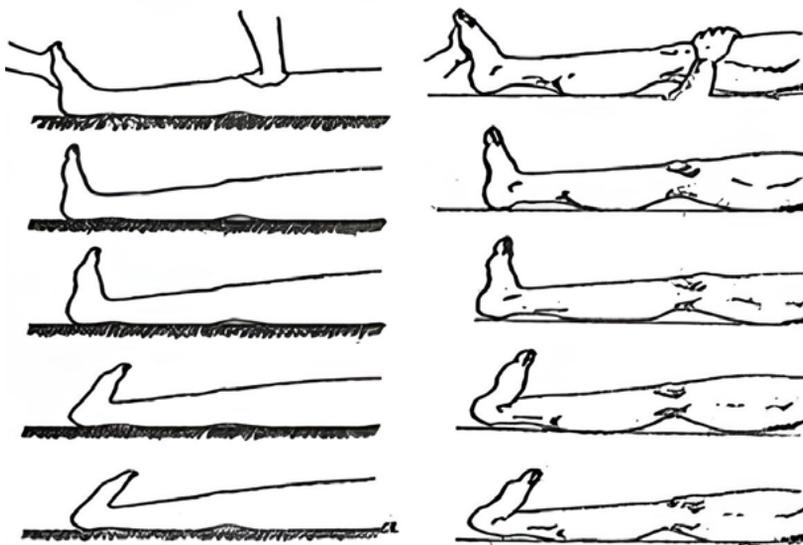
Proposto por Araújo (1986), o flexiteste consiste em medir e avaliar a mobilidade passiva máxima de 20 movimentos articulares corporais (36, se considerados bilateralmente), dentre eles: articulações dos tornozelos, joelhos, quadril, tronco, punhos, cotovelos e ombros. O avaliador executa o movimento previamente instruído lentamente na articulação do avaliado até chegar no ponto máximo da amplitude de movimento de acordo com a barreira mecânica. A medida é realizada por meio da comparação das imagens do protocolo de avaliação e a amplitude máxima obtida pela articulação do avaliado. Quando o avaliador é experiente e consegue registrar com facilidade as observações, o tempo médio para a execução dos movimentos é de aproximadamente 5 a 6 minutos (DANTAS, 2018).

No entanto, para observar de forma mais eficiente o movimento realizado pelo avaliado e otimizar o tempo de avaliação, a participação de um segundo avaliador pode ser apropriada. Dessa forma, enquanto um executa o movimento junto ao avaliado, o outro fica encarregado de realizar a observação, análise do movimento (comparação entre movimentação e a imagem do protocolo) e a anotação dos resultados.

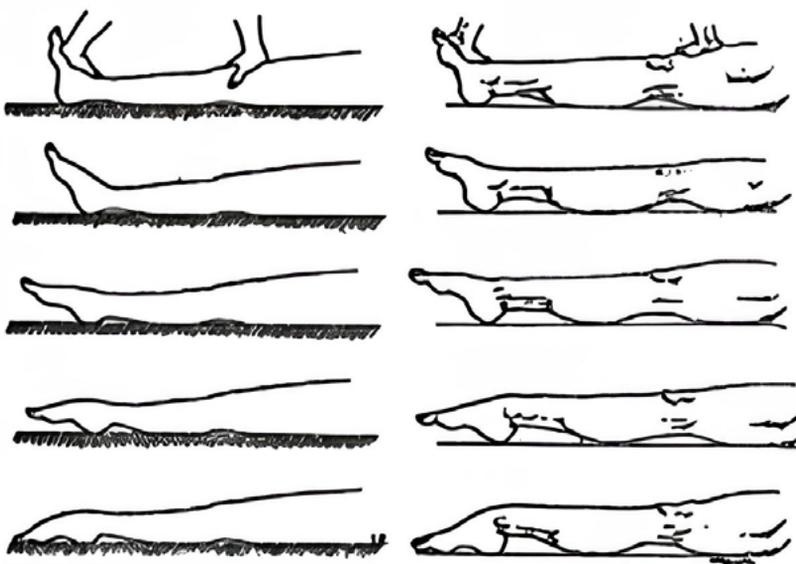
Os movimentos são medidos em uma escala crescente e descontínua de números de 0 a 4. A análise deve ser aplicada para a ADM de cada articulação isoladamente, porém, é possível realizar a soma das avaliações de todas as articulações para obter um índice geral de flexibilidade, o Flexíndice (ARAÚJO, 2004). A seguir são demonstrados os movimentos avaliados neste teste (Figura 1).

Figura 1 – Movimentos das articulações (Mov)  
avaliadas durante o flexiteste.

**Mov 1**

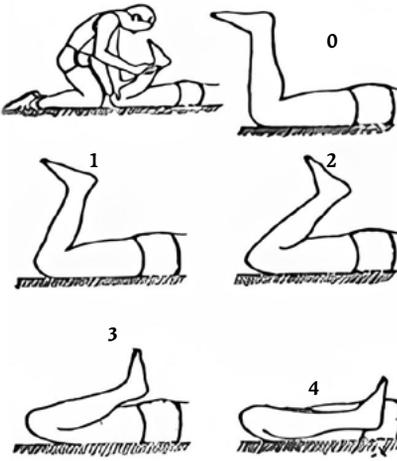


**Mov 2**



### Mov 3

JOELHO III

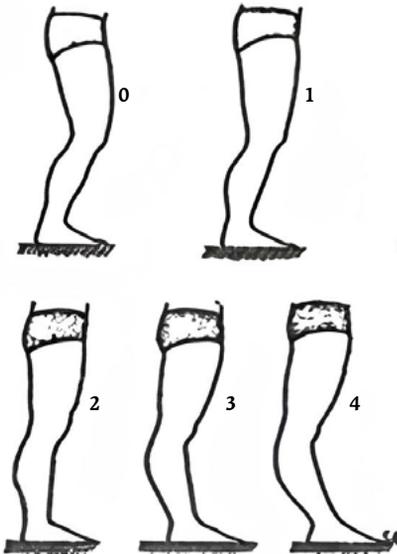


JOELHO III

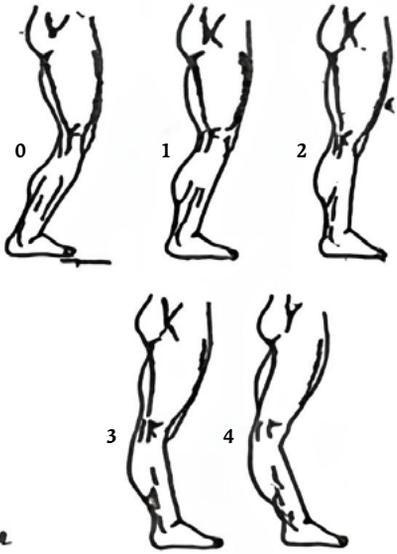


### Mov 4

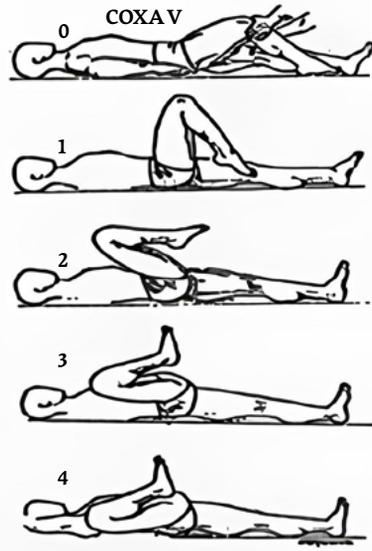
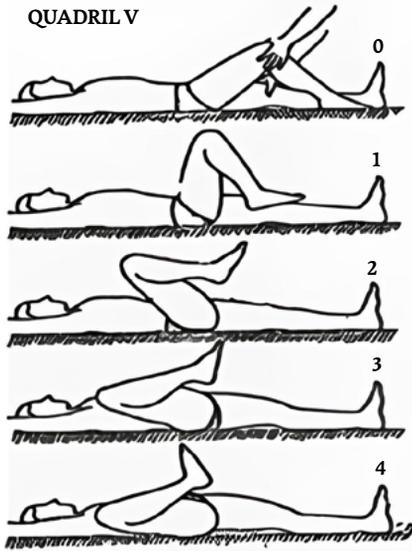
JOELHO IV



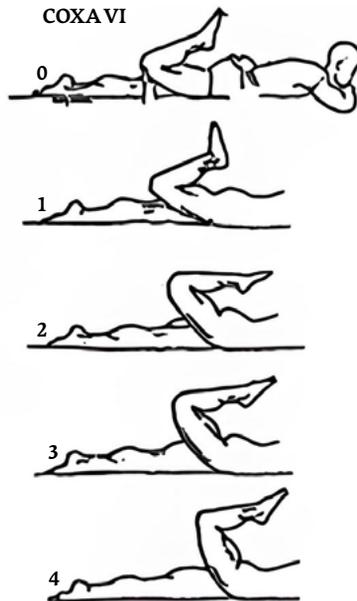
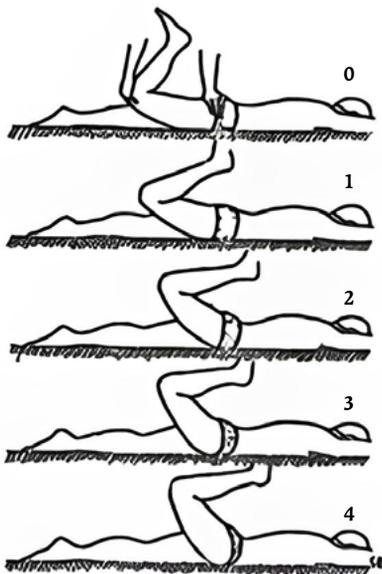
JOELHO IV



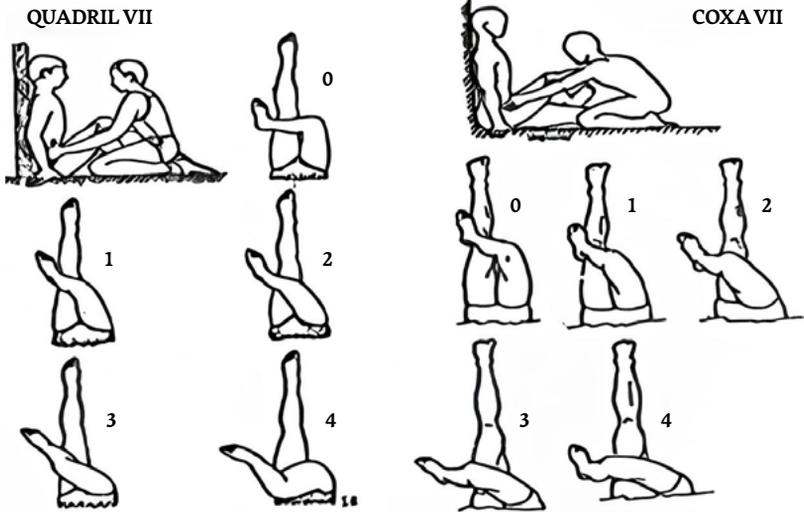
### Mov 5



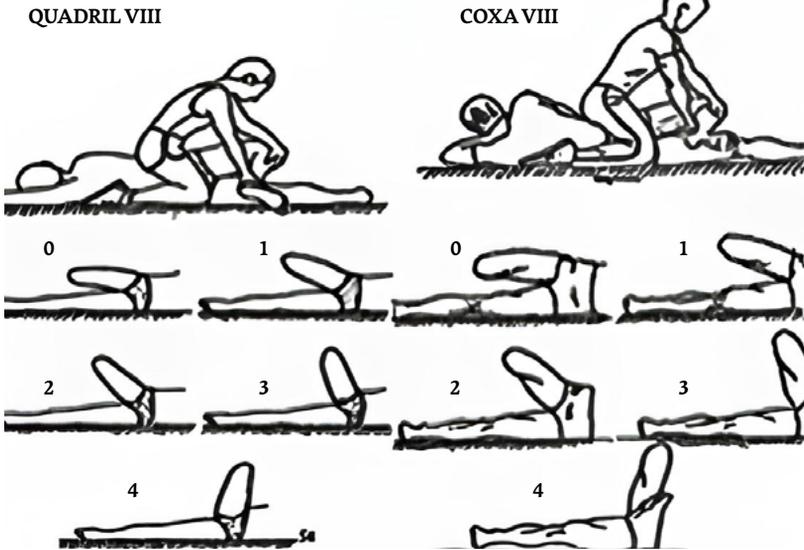
### Mov 6



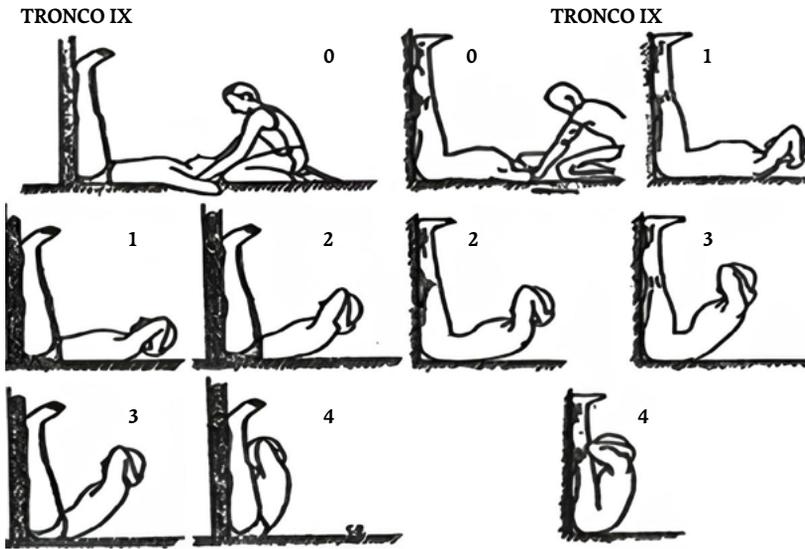
### Mov 7



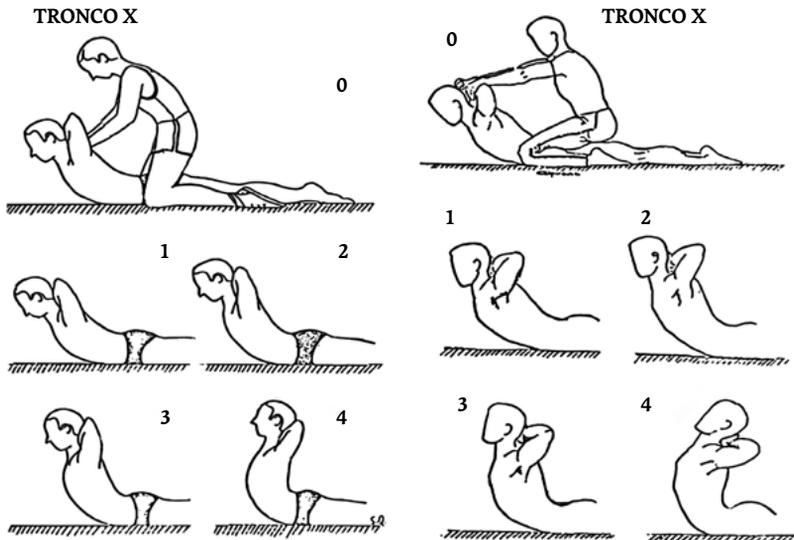
### Mov 8



### Mov 9



### Mov 10

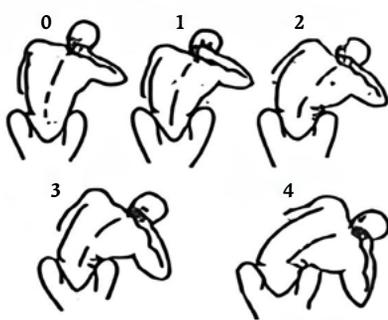


## Mov 11

TRONCO XI

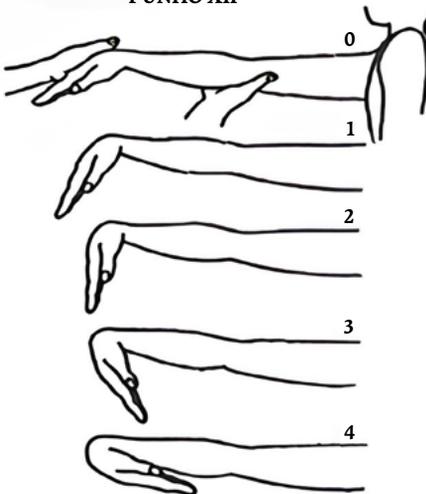


TRONCO XI

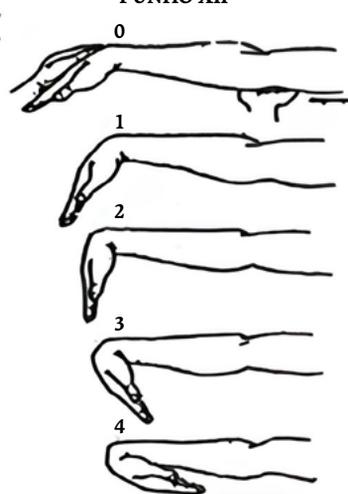


## Mov 12

PUNHO XII

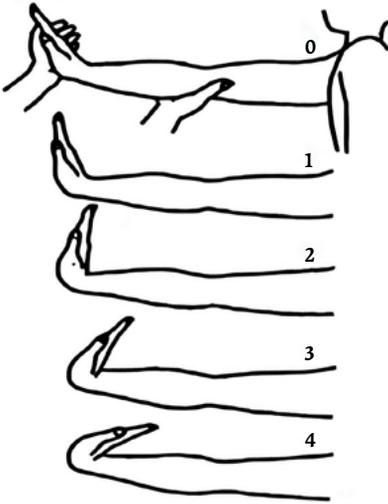


PUNHO XII

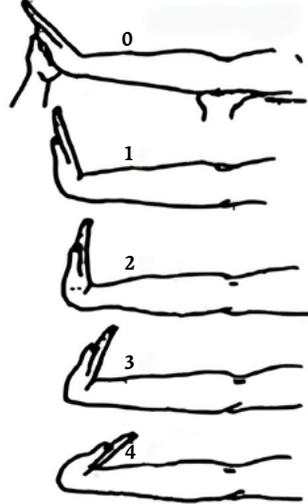


### Mov 13

PUNHO XIII



PUNHO XIII

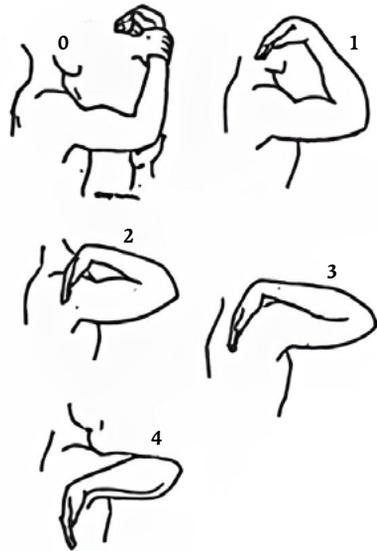


### Mov 14

COTOVELO XIV

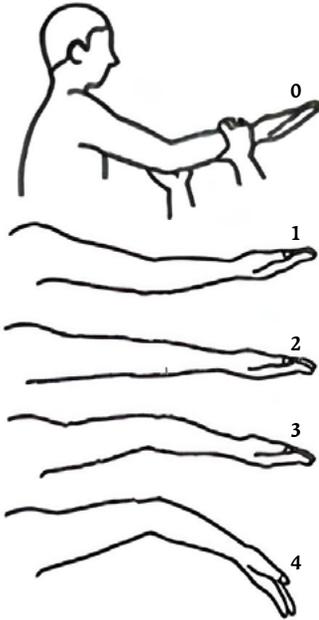


COTOVELO XIV

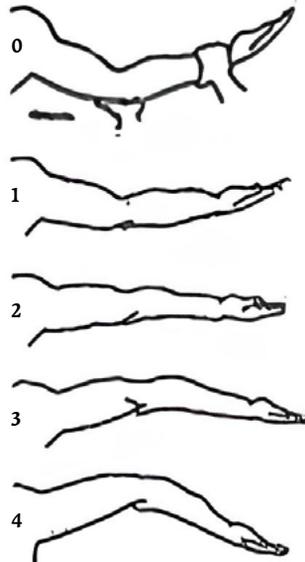


### Mov 15

COTOVELO XV

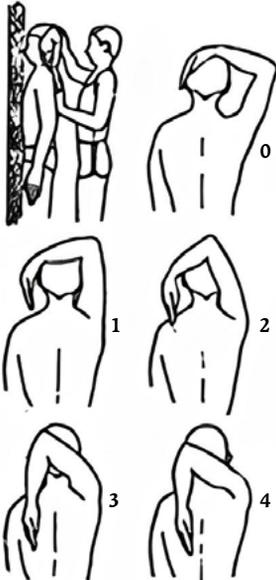


COTOVELO XV

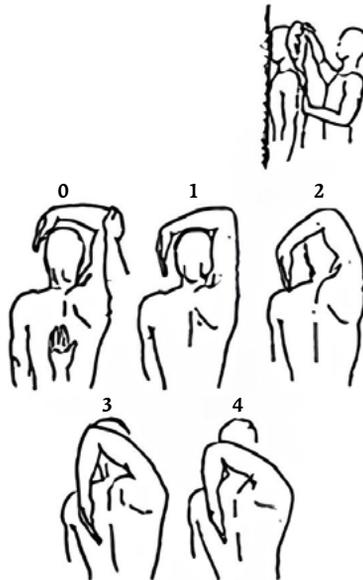


### Mov 16

OMBRO XVI

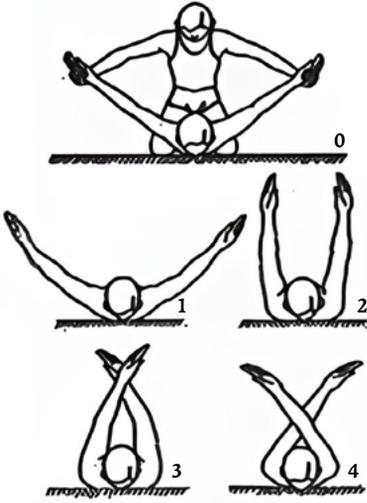


OMBRO XVI

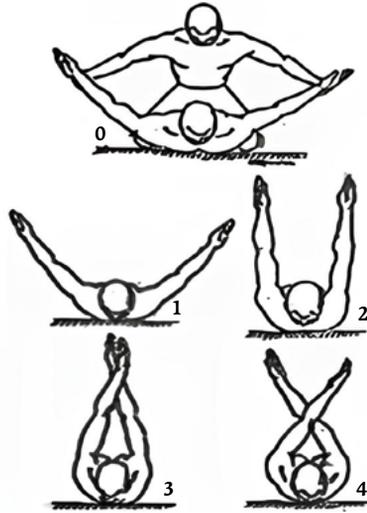


# Mov 17

OMBRO XVII

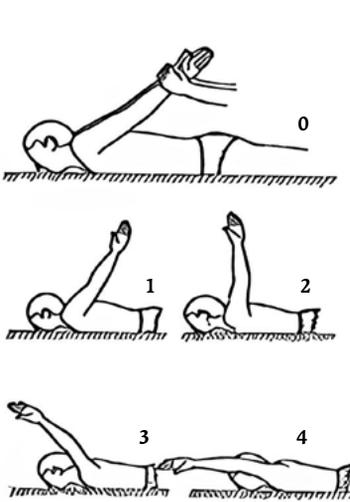


OMBRO XVII

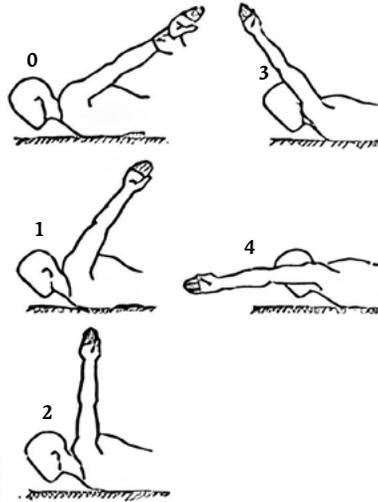


# Mov 18

OMBRO XVIII

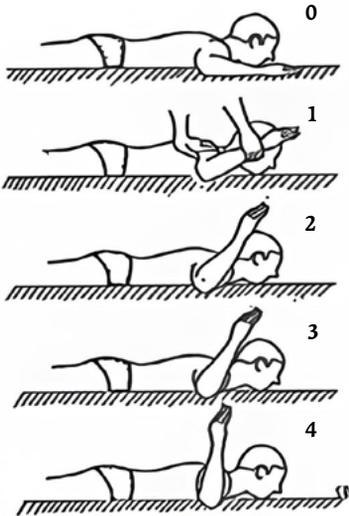


OMBRO XVIII

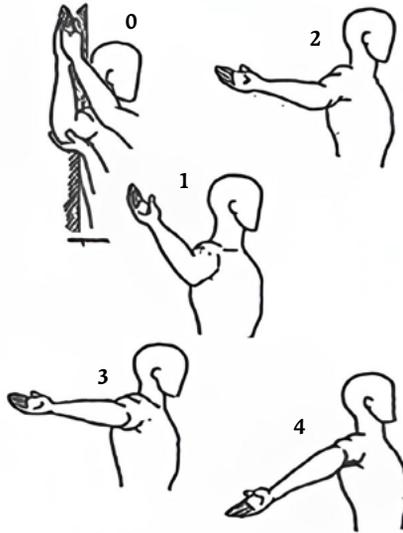


## Mov 19

OMBRO XVI

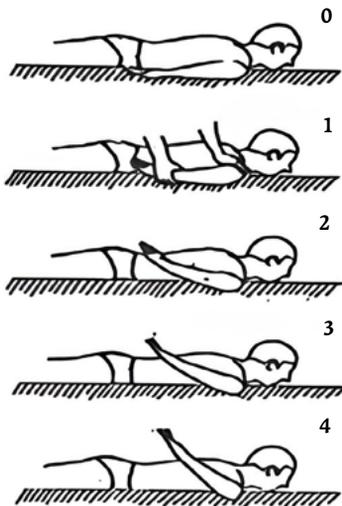


OMBRO XVI

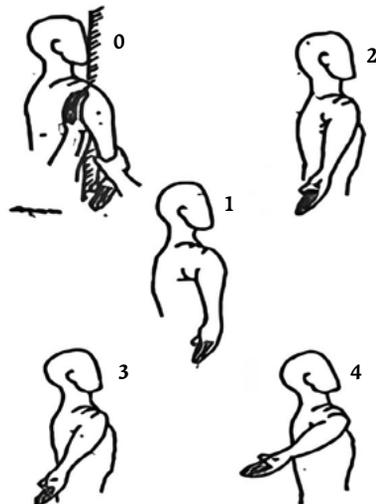


## Mov 20

OMBRO XX



OMBRO XX



Fonte: Adaptado de Araújo (1986, p. 235 e 254).

No Flexiteste, a tendência central entre os valores 0 e 4 é o valor 2, considerando não atletas (ARAÚJO, 1986). Os valores 1 e 3 são menos frequentes e os valores extremos, 0 e 4, são raros. Abaixo, está apresentada uma tabela para a classificação da flexibilidade de acordo com a pontuação obtida no flexíndice (ARAÚJO, 1986).

Tabela 1 – Classificação de acordo com a pontuação obtida no flexíndice

Classificação	Somatório dos 20 movimentos
Deficiente	≤ 20
Fraco	21 a 30
Médio (-)	31 a 40
Médio (+)	41 a 50
Bom	51 a 60
Excelente	> 60

Fonte: Araújo (1986).

## TESTES ANGULARES

Os testes angulares têm seus resultados representados por ângulos, medidas em graus estabelecidas entre dois segmentos corporais que se opõem a uma articulação técnica chamada de goniometria (PEREZ *et al.*, 2020). Os testes angulares têm como objetivo a avaliação da ADM em uma articulação (ARAÚJO, 2000).

Os valores mensurados pela goniometria podem ser úteis para estabelecer um diagnóstico, determinar a presença de disfunção, estabelecer os objetivos do tratamento, avaliar a melhora da recuperação funcional, realizar pesquisas que envolvam a recuperação de limitações articulares, entre outras constatações (MARQUES, 2014). Na área da Educação Física, a avaliação da ADM por meio da goniometria é utilizada em pesquisas relacionadas aos esportes. Chertman *et al.* (2010), por exemplo, realizaram a comparação da ADM de flexão e extensão de tronco entre atletas e não atletas por meio da goniometria. Como resultado, os autores observaram que a flexão do tronco apresenta valores mais elevados em praticantes de esporte, enquanto para a extensão de tronco não foram identificadas diferenças estatisticamente

significativas (CHERTMAN *et al.*, 2010). Nesse método, são utilizados diferentes instrumentos, como o flexômetro (Figura 2), flexímetro (Figura 3), eletrogoniômetro (Figura 5) e goniômetro (Figura 6), apresentados a seguir.

### Flexômetro de Leighton

O flexômetro de Leighton (Figura 2) contém um mostrador de 360° e um ponteiro, que possibilitam que a amplitude de movimento seja mensurada em relação à força da gravidade no mostrador e no ponteiro (HEYWARD, 2013). Para sua utilização na avaliação da flexibilidade, de modo geral, é necessário realizar as seguintes etapas (PETREÇA *et al.*, 2011):

- 1) O dispositivo, que possui a forma de um relógio, é fixado na articulação do avaliado;
- 2) O avaliado move a articulação que está sendo avaliada em toda sua amplitude de movimento;
- 3) A amplitude de movimento é, então, registrada em graus.

Figura 2 – Flexômetro de Leighton



Fonte: Top End Sports (2020), documento *on-line*.

A seguir serão informados valores normativos gerais de cada articulação para indivíduos do sexo masculino (Tabela 2) e feminino (Tabela 3) sem faixa etária especificada de acordo com Leighton (1987).

Tabela 2 – Classificação do teste com flexômetro de Leighton para o sexo masculino

Flexômetro de Leighton - Classificação da amplitude de movimento em graus para o sexo masculino						
Articulação	Movimento	Baixo	Abaixo da média	Média	Acima da média	Alta
Ombro	Flexão/extensão	< 207	207 - 223	224 - 242	243 - 259	> 259
	Abdução/adução	< 158	158 - 171	172 - 186	187 - 200	> 200
	Rotação	< 154	154 - 171	172 - 192	193 - 210	> 210
Cotovelo	Flexão	< 133	133 - 143	144 - 156	157 - 167	> 167
Antebraço	Pronação/supinação	< 151	151 - 170	171 - 191	192 - 211	> 211
Punho	Extensão/flexão	< 112	112 - 131	132 - 152	153 - 172	> 172
	Desvio radial/ulnar	< 64	64 - 77	78 - 92	92 - 105	> 105
Quadril	Flexão/extensão	< 50	50 - 67	66 - 88	89 - 106	> 106
	Abdução/adução	< 41	41 - 50	51 - 61	61 - 71	> 71
	Rotação	< 59	59 - 78	79 - 99	100 - 119	> 119
Joelho	Flexão/extensão	< 122	122 - 133	134 - 146	147 - 157	> 157
Tornozelo	Flexão dorsal/plantar	< 48	48 - 58	59 - 71	72 - 82	> 82
	Inversão/eversão	< 30	30 - 41	42 - 56	57 - 68	> 68
Coluna cervical	Extensão/flexão	< 107	107 - 128	129 - 142	143 - 160	> 160
	Flexão lateral	< 74	74 - 89	90 - 106	107 - 122	> 122
	Rotação	< 141	141 - 160	161 - 181	182 - 201	> 201
Tronco	Extensão/flexão	< 45	45 - 62	63 - 83	84 - 101	> 101
	Flexão lateral	< 74	74 - 89	90 - 106	107 - 122	> 122
	Rotação	< 108	108 - 126	127 - 147	148 - 166	> 166

Fonte: Adaptada de Leighton (1987).

Tabela 3 – Classificação do teste com flexômetro de Leighton para o sexo feminino

Flexômetro de Leighton - Classificação da amplitude de movimento em graus para o sexo feminino						
Articulação	Movimento	Baixo	Abaixo da média	Média	Acima da média	Alta
Ombro	Flexão/extensão	< 226	226 - 242	243 - 261	262 - 278	> 278
	Abdução/adução	< 167	167 - 180	181 - 195	196 - 209	> 209
	Rotação	< 189	189 - 206	207 - 227	228 - 345	> 245
Cotovelo	Flexão	< 133	133 - 143	144 - 156	157 - 167	> 167
Antebraço	Pronação/supinação	< 160	160 - 179	180 - 200	201 - 220	> 229
Punho	Extensão/flexão	< 136	136 - 155	156 - 176	177 - 196	> 196
	Desvio radial/ulnar	< 75	75 - 88	89 - 101	102 - 117	> 117
Quadril	Flexão/extensão	< 82	82 - 99	100 - 120	121 - 138	> 138
	Abdução/adução	< 45	45 - 54	55 - 65	65 - 75	> 75
	Rotação	< 90	90 - 109	110 - 130	131 - 150	> 150
Joelho	Flexão/extensão	< 134	134 - 144	145 - 157	158 - 168	> 168
Tornozelo	Flexão dorsal/plantar	< 56	56 - 66	67 - 79	80 - 90	> 90
	Inversão/eversão	< 39	39 - 50	51 - 65	66 - 77	> 77
Coluna cervical	Extensão/flexão	< 125	125 - 141	142 - 160	161 - 177	> 177
	Flexão lateral	< 84	84 - 99	100 - 116	117 - 132	> 132
	Rotação	< 158	158 - 177	178 - 198	199 - 218	> 219
Tronco	Extensão/flexão	< 30	30 - 47	48 - 68	69 - 86	> 86
	Flexão lateral	< 104	104 - 119	120 - 136	137 - 152	> 152
	Rotação	< 134	134 - 152	153 - 173	174 - 192	> 192

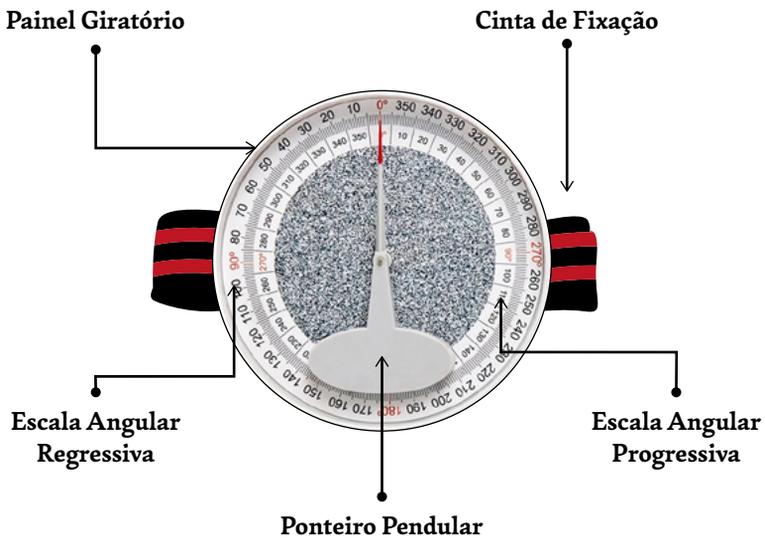
Fonte: Adaptada de Leighton (1987).

## Flexímetro

O flexímetro (Figura 3) assemelha-se ao flexômetro de Leighton por possuir também um mostrador em formato de relógio com uma escala de 1 a 360° e uma alça de velcro que se prende ao segmento avaliado (PEREZ *et al.*, 2020). Os valores de referências do flexímetro são os mesmos do flexômetro de Leighton, então, não existem valores específicos para faixas etárias em função dos manuais retratarem de maneira geral estes valores. A amplitude de movimento é mensurada (Figura 4) em graus através do movimento ativo ou passivo, com as seguintes vantagens (ZUANA; COSTA, 2018):

- Não é preciso alinhar o flexímetro com o eixo articular;
- Ocorre pouca mudança no alinhamento do aparelho pela amplitude de movimento;
- Não é preciso segurar o aparelho, portanto o avaliador pode estabilizar o segmento com a mão e movê-lo passivamente, facilitando a avaliação de pacientes pediátricos.

Figura 3 – Flexímetro



Fonte: sanny.com.br, documento *on-line*.

Figura 4 – Flexímetro sendo utilizado para verificar extensão da articulação do joelho



Fonte: sanny.com.br, documento *on-line*.

Recomenda-se que antes de iniciar a avaliação com o uso desse instrumento, o avaliador deve:

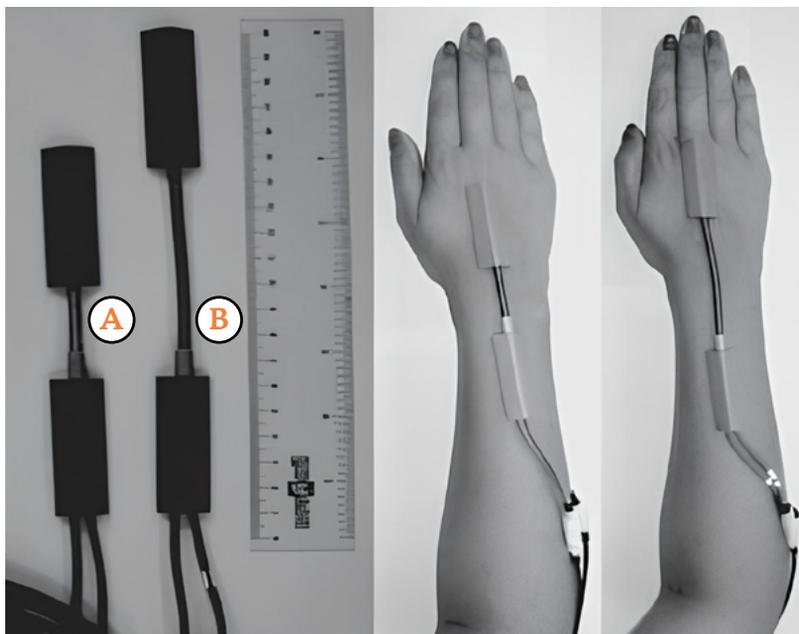
- Determinar as articulações e movimentos a serem avaliados;
- Organizar as sequências de testes por posição corporal;
- Reunir os equipamentos necessários (flexímetro, toalhas, fichas etc.);
- Explicar o procedimento ao avaliado.

Além dessas etapas, ao iniciar a avaliação, o avaliador deve se posicionar de acordo com o movimento realizado pelo avaliado e auxiliar quando for necessário estabilizar o movimento executado. Porém, ao ler o ângulo indicado pelo ponteiro, o avaliador deve estar de frente para o flexímetro para que não ocorram erros (MONTEIRO, 2000).

## Eletrogoniômetro

Consiste em um potenciômetro acoplado ao centro de rotação de um goniômetro (FARINATTI, 2008). O eletrogoniômetro (Figura 5) mede a rotação angular articular durante o movimento a partir do posicionamento do potenciômetro no ponto de articulação entre dois braços rígidos (NEUMANN, 2018). Então, ocorre o envio do sinal elétrico, proporcional ao grau de movimento. Os dispositivos mais modernos usam um eixo flexível e dois blocos distais colocados nos segmentos proximal e distal da articulação. Isso possibilita que sejam usados sob a roupa por longos períodos de tempo, fornecendo um meio de mensuração do movimento articular durante a marcha, por exemplo (O'SULLIVAN *et al.*, 2018).

Figura 5 – Dois eletrogoniômetros de diferentes tamanhos e o acoplamento dos sensores na mão de uma pessoa



Fonte: Foltran *et al.*, (2011, p. 361).

## Goniômetro

O goniômetro universal é o instrumento utilizado para avaliar a amplitude de movimento, composto por três partes. O corpo do goniômetro apresenta uma escala em graus para realizar a medição (muito semelhante a um transferidor dependendo do modelo), que pode formar um círculo completo ( $0$  a  $360^\circ$ ) ou meio círculo ( $0^\circ$  a  $180^\circ$ ). Ainda possui dois braços, um fixo que fica alinhado com a parte imóvel da articulação avaliada e um móvel que acompanha a parte móvel da articulação (PEREZ *et al.*, 2020; MARQUES, 2014). Para realizar a goniometria é possível utilizarmos movimentos ativos ou passivos, porém sempre seguindo a mesma metodologia (MARQUES, 2014) (Figura 6).

Figura 6 – Goniômetro sendo utilizado na articulação do cotovelo



Fonte: Acervo dos autores.

A Tabela 4, apresentada a seguir, demonstra as amplitudes médias em graus de movimentos articulares para a avaliação com goniômetro (valores gerais para homens e mulheres, sem faixa etária estabelecida).

Tabela 4 - Amplitudes médias em graus de movimentos articulares de homens e mulheres

Articulação	Movimento	AAOC <sup>a</sup>	K&M <sup>b</sup>	Hoppenfeld	AM <sup>c</sup>
Ombro	Flexão	0 - 180	0 - 180	0 - 90	0 - 150
	Extensão	0 - 60	0 - 55	0 - 45	0 - 50
	Abdução	0 - 180	0 - 180	0 - 180	0 - 180
	Rotação medial	0 - 70	0 - 70	0 - 55	0 - 90
	Rotação lateral	0 - 90	0 - 90	0 - 45	0 - 90
Cotovelo	Flexão	0 - 150	0 - 154	0 - 150	0 - 140
Antebraço	Pronação	0 - 80	0 - 90	0 - 90	0 - 80
	Supinação	0 - 80	0 - 90	0 - 90	0 - 80
Punho	Extensão	0 - 70	0 - 70	0 - 70	0 - 60
	Flexão	0 - 80	0 - 80	0 - 80	0 - 60
	Desvio radial	0 - 20	0 - 20	0 - 20	0 - 20
	Desvio Ulnar	0 - 30	0 - 35	0 - 30	0 - 30
Quadril	Flexão	0 - 120	0 - 125	0 - 135	0 - 100
	Extensão	0 - 30	0 - 10	0 - 30	0 - 30
	Abdução	0 - 45	0 - 45	0 - 50	0 - 40
	Adução	0 - 30	0 - 10	0 - 30	0 - 20
	Rotação lateral	0 - 45	0 - 45	0 - 45	0 - 40
	Rotação medial	0 - 45	0 - 45	0 - 35	0 - 50
Joelho	Flexão	0 - 135	0 - 140	0 - 135	0 - 150
Tornozelo	Flexão dorsal	0 - 20	0 - 20	0 - 20	0 - 20
	Flexão plantar	0 - 50	0 - 45	0 - 50	0 - 40
	Inversão	0 - 30	0 - 30	----	0 - 50
	Eversão	0 - 15	0 - 20	----	0 - 20
Coluna cervical	Flexão	0 - 45	0 - 45	<b>Q1</b>	0 - 60
	Extensão	0 - 45	0 - 45	Olhar reto	0 - 75
	Flexão lateral	0 - 60	----	0 - 45	0 - 80
	Rotação	----	<b>Q2</b>	<b>Q2</b>	----
Coluna lombar e torácica	Flexão	0 - 80	----	----	----
	Extensão	0 - 25	----	----	----
	Flexão lateral	0 - 45	----	----	----

Fonte: The American Academy of Orthopaedic Surgeons (1965). a - American Academy of Orthopaedic Surgeons; b - Kendall & McCreary; c - American Medical. Q1 - Queixo toca o peito; Q2 - Queixo alinhado com os ombros.

## TESTES LINEARES

Os métodos lineares são caracterizados por utilizarem uma escala métrica de distância em centímetros ou polegadas, por exemplo, réguas ou fitas métricas. Para mensurar a flexibilidade, os testes lineares avaliam indiretamente a mobilidade articular, geralmente através de movimentos que envolvam mais de uma articulação (ARAÚJO, 2000; PEREZ *et al.*, 2020).

### Toe-touchtest

O avaliado posiciona-se em pé, com os pés ligeiramente afastados e com a postura ereta. Após, flexiona o tronco tentando tocar as mãos nos pés, enquanto mantém seus joelhos estendidos. Para estabelecer o resultado, avalia-se a distância entre o dedo médio da mão e o hálux, em que a maior distância, bem como ângulos aumentados do tornozelo ou quadril, indica encurtamento da musculatura da cadeia posterior da coxa (SIQUEIRA *et al.*, 2018). O teste não apresenta valores de referência conforme faixa etária ou sexo. A Figura 7 exemplifica a execução do *Toe-touch test*.

Figura 7 – *Toe-touch test*



Fonte: Acervo pessoal dos autores.

### **Sentar e alcançar (WELLS; DILLON, 1952)**

O teste de sentar e alcançar (Figura 8) é um dos testes mais conhecidos, ele visa avaliar a articulação de quadril e dos músculos posteriores da coxa (PEREZ *et al.*, 2020). Esse método originalmente foi proposto por Wells e Dillon em 1952 (ARAÚJO, 2000).

Para realizar o teste de sentar e alcançar, o avaliado senta com os joelhos completamente estendidos, os pés descalços ligeiramente afastados e as plantas dos pés completamente apoiadas contra o anteparo de madeira com altura aproximada de 25 centímetros conhecido como Banco de Wells. Sobre o anteparo coloca-se uma régua projetada em direção ao avaliado com suas medições em centímetros (ARAÚJO, 2000). Ambos os braços

do avaliado ficam estendidos sobre o banco, com as mãos sobrepostas e as pontas dos dedos coincidindo.

Após o comando do avaliador o avaliado deve se estender à frente da escala de medida flexionando seu tronco mantendo suas mãos em contato com o banco tentando alcançar a maior distância possível. Ao todo são realizadas três tentativas, em cada uma delas o avaliado deve permanecer na posição de máximo alcance em torno de dois segundos, e o resultado é igual à maior distância alcançada. Durante as tentativas, o avaliador segura os joelhos do avaliado para que os mesmos não sejam flexionados (PITANGA, 2008). Entre cada tentativa deve ocorrer um intervalo de 30 segundos, e caso o avaliado não consiga alcançar o anteparo ele é considerado inapto para realizar o teste (ARAÚJO, 2000; PITANGA, 2008). A Figura 8 exemplifica a execução do Teste de sentar e alcançar, e os valores de referência, conforme sexo e idade, são apresentados nas Tabelas 5 e 6.

Figura 8 – Teste de sentar e alcançar



Fonte: Acervo pessoal dos autores.

Tabela 5 - Valores normativos no teste de sentar e alcançar para mulheres

Índice / idade	18-25	26-35	36-45	46-55	56-65	> 65
Excelente	> 61	> 58	> 56	> 53	> 53	> 51
Boa	53-61	51-58	48-56	46-53	46-53	46-53
Média +	51-52	48-50	44-47	43-45	43-45	41-45
Média	46-50	46-47	41-43	38-42	38-42	36-40
Média -	43-45	41-45	36-40	36-37	33-37	30-35
Pequena	35-42	36-40	27-35	28-35	25-32	23-29
Muito pequena	< 34	< 34	< 27	< 26	< 24	< 22

Fonte: Morrow (2003).

Tabela 6 - Valores normativos no teste de sentar e alcançar para homens

Índice / idade	18-25	26-35	36-45	46-55	56-65	> 65
Excelente	> 51	> 51	> 48	> 48	> 43	> 43
Boa	47-51	46-51	44-48	40-45	36-43	33-42
Média +	42-46	41-45	39-43	35-39	31-35	28-32
Média	37-41	36-40	34-38	30-34	25-30	23-27
Média -	33-36	31-35	29-33	24-29	20-25	20-22
Pequena	26-30	26-30	23-28	18-23	13-19	13-17
Muito pequena	< 26	< 25	< 22	< 18	< 12	< 12

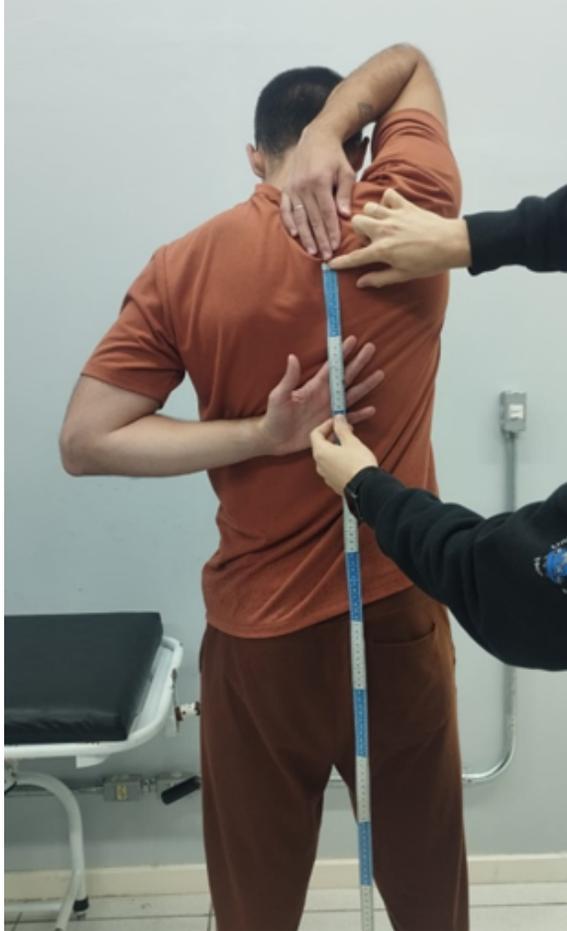
Fonte: Morrow (2003).

### Teste de “coçar as costas”

O teste de coçar as costas (Figura 9) envolve uma combinação de movimentos que necessita flexibilidade de ombros em diferentes movimentos como a adução, abdução, rotação interna e externa (FARINATTI, 2008). Na posição em pé o avaliado deve colocar uma das mãos atrás do ombro do mesmo lado, com a palma da mão voltada para as costas. O avaliado deve tentar atingir o meio das costas, enquanto a outra mão é posicionada nas costas com o dorso da mão voltado para as costas. Essa deverá realizar movimento para cima tentando tocar ou sobrepor os dedos da outra mão (PEREZ *et al.*, 2020).

Feito isso, o avaliador deverá medir a distância entre os dedos médios de cada mão. Se as pontas dos dedos se tocarem, a pontuação é zero, se os dedos não se tocarem, a pontuação é negativa. E se sobrepor, a pontuação é positiva (PEREZ *et al.*, 2020). Por isso, esse teste não apresenta valores de referência conforme faixa etária ou sexo.

Figura 9 – Teste de “coçar as costas”



Fonte: Acervo pessoal dos autores.

## Teste de Schober

Um dos recursos clínicos para avaliar a amplitude de movimento da coluna lombar é o teste de Schober. O teste de Schober (Figura 10) é realizado na posição em pé e em flexão máxima, os pontos de referência são a região de transição lombossacra e 15 cm acima desse ponto. O teste é considerado normal quando a mensuração é a partir de cinco centímetros entre as medidas na posição ereta e em flexão lombar máxima (CAMPOS; SILVA; SILVA, 2019). Por isso, esse teste não apresenta valores de referência conforme faixa etária ou sexo.

Figura 10 – Teste de Schober



Fonte: Acervo pessoal dos autores.

## CONCLUSÃO

A partir da escrita proposta pelo presente capítulo, observa-se os diferentes métodos comprovados cientificamente que são utilizados para a avaliação da flexibilidade, porém os testes abordados não abrangem todas as maneiras existentes de avaliação da flexibilidade. Foram apresentados testes adicionais, angulares e lineares, assim como suas respectivas características e forma de execução.

Na apresentação desses diferentes métodos para a avaliação da flexibilidade, a comparação da efetividade de um teste em relação a outro não foi colocada em pauta, pois todos possuem suas peculiaridades e devem ser utilizados de acordo com o objetivo e os momentos distintos da vida do avaliado, cabendo ao profissional presente selecionar o teste ou os testes mais adequados para a necessidade de cada avaliação. Tendo em vista a importância da capacidade física flexibilidade, é relevante avaliá-la, tanto pelo conhecimento dos níveis de flexibilidade do avaliado, como para fins de prescrição de exercícios ou treinamento, tanto quanto em um processo de reabilitação.

## REFERÊNCIAS

American Academy of Orthopaedic Surgeons. **Joint motion**: method of measur in gandrecording. 1. ed. Chicago: Churchill Livingstone, 87 p. 1965.

American College of Sports Medicine. **Manual do ACSM para Avaliação da Aptidão Física Relacionada à Saúde**. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2011. 192 p.

ARAÚJO, C. G. S. Correlação entre diferentes métodos lineares e adimensionais de avaliação da mobilidade articular. **Rev. Bras. Ciên. Movim**, Brasília, v. 8, n. 2, p. 25-32, 2000.

ARAÚJO, C. G. S. **Flexiteste**: um método completo para avaliar a flexibilidade. 1. ed. Barueri: Manole, 2004. p. 252.

ARAÚJO, C. G. S. **Medida e avaliação da flexibilidade**: da teoria à prática. 1987. 441 p. Tese (Doutorado em Educação Física) – Faculdade de Educação Física da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 1986.

CAMPOS, C. C. C.; SILVA, F. R. F. C.; SILVA, I. K. P. Avaliação da amplitude da flexão anterior de tronco em indivíduos submetidos a crochetação: um estudo piloto. **Revista Eletrônica Estácio Recife**, [s. l.], v. 5, n. 1, p. 1-9, 2019.

- CHERTMAN, C. *et al.* Estudo comparativo do arco de movimento da coluna lombar em indivíduos praticantes e não praticantes de esporte. **Rev. Bras. Ortop**, [s. l.], v. 45, n. 4, p. 389-394, 2010.
- DANTAS, E. H. M. **Alongamento e flexionamento**. 6. ed. Barueri: Manole, 416 p. 2018.
- FARINATTI, P. T. V. **Envelhecimento, promoção da saúde e exercício**: bases teóricas e metodológicas. Barueri: Manole, 512 p. 2008.
- FOLTRAN, F. A. *et al.* Qual modelo de eletrogoniômetro é mais adequado para avaliar movimentos do punho? **Fisioter. Mov.**, Curitiba, [s. l.], v. 24, n. 2, p. 357-366, 2011.
- HEYWARD, V. H. **Avaliação física e prescrição de exercício físico**: técnicas avançadas. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 486 p.
- LEIGHTON, J. R. Manual of instruction for Leighton Flexometer. New York: AS Barnes & Co. 1987.
- MARQUES, A. P. **Manual de goniometria**. 3. ed. Barueri: Manole, 2014. 136 p.
- MONTEIRO, G. A. **Avaliação da flexibilidade**: manual de utilização do flexímetro Sanny. 1. ed. [s. l.], [s. n.], 2000. 88 p.
- MORROW, J. R. *et al.* **Medida e avaliação do desempenho humano**. 2 ed. Porto Alegre: ARTMED, 2003. 303 p.
- NEUMANN, D. A. **Cinesiologia do aparelho musculoesquelético - fundamentos para reabilitação**. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2018. 754 p.
- O'SULLIVAN, S. B. **Fisioterapia**: avaliação e tratamento. 6. ed. Barueri: Manole, 2018. 1688 p.
- PEREZ, C. R. *et al.* **Medidas e avaliação em educação física**. 1. ed. Porto Alegre: SAGAH, 2020. 314 p.
- PETREÇA, D. R. *et al.* Validação do teste de flexibilidade AAHPERD para idosos brasileiros. **Rev. Bras. Cineantropom. Desempenho hum**, [s. l.], v. 13, n. 6, p. 455-460, 2011.
- PITANGA, F. J. G. **Testes, medidas e avaliação em educação física e esportes**. 5. ed. São Paulo: Phorte, 2008
- SIQUEIRA, C. M. *et al.* Balance highly influences flexibility measured by the toe-touch test. **Human Movement Science**, [s. l.], [s. n.], p. 116-123. 2018.
- ZUANA, A. D.; COSTA, A. P. B. Avaliação musculoesquelética. In: JULIANI, R. C. T. *et al.* **Fisioterapia**. 2. ed. Barueri: Manole, p. 178-186. 2018.

# FLEXIBILIDADE NA PREVENÇÃO E REABILITAÇÃO DE LESÕES

*Diogo Lorenzi Fracari<sup>1</sup>*

*Pedro Westphalen da Costa Chagas<sup>2</sup>*

## INTRODUÇÃO

As lesões musculares, como contusões, estiramentos e entorses, podem ser responsáveis por causar a interrupção dos treinos. Isso pode impactar o desempenho, não somente de atletas de alta performance, mas também de esportistas recreativos (WAN *et al.*, 2021). Por isso, a busca pelo entendimento dos mecanismos envolvidos nas lesões é de extrema importância para realizar o treinamento que visa reduzir as chances de lesão. Diante da situação de lesão, há necessidade de entendê-la enquanto caráter multifatorial (idade, hábitos de vida, tipo de atividade, histórico de lesões, entre outros), o que justifica a importância de um trabalho multidisciplinar, que envolve diferentes profissionais das áreas da saúde em prol de um objetivo comum, seja ele a prevenção ou a reabilitação.

De acordo com a revisão sistemática realizada por Batista *et al.* (2018), a flexibilidade é um dos componentes da aptidão física relacionada à saúde e que apresenta grande importância quando relacionada à manutenção da independência funcional e realização das atividades da vida diária. Há grande importância na implementação de exercícios de flexibilidade em programas de treinamento específicos para cada modalidade, atentando-se para as particularidades individuais. Além disso, há modalidades esportivas que requerem maior atenção, pois essas exigem maior utilização dessa

---

1 Fisioterapeuta Intensivista, Professor de Educação Física Especialista em Avaliação Física, Ortopédica, Esportiva e Funcional e Técnico em Radiologia. diogofracari@yahoo.com.br.

2 Fisioterapeuta Intensivista, Professor de Educação Física Especialista em Avaliação Física, Ortopédica, Esportiva e Funcional e Técnico em Radiologia. diogofracari@yahoo.com.br.

capacidade física, conseqüentemente, nesse tipo de treinamento os riscos de lesões podem ser maiores, pois a flexibilidade pode ter influência no histórico de lesões dos indivíduos, além de que, a relação é diferente entre modalidades esportivas, sejam elas de resistência ou não, assim como para quem pratica de forma recreativa (DE ANDRADE; TEIXEIRA; CARLOS, 2018; NORBERTO; PUGGINA, 2019).

O treinamento de flexibilidade é definido como uma seqüência de exercícios planejados, deliberados e regulares que podem aumentar permanente e progressivamente a amplitude de movimento conveniente de uma articulação ou conjunto de articulações durante um período de tempo (THOMAS *et al.*, 2018; IWATA *et al.*, 2019). Diante do exposto, o presente capítulo objetiva entender como na prática essa capacidade física pode ser aplicada na prevenção e reabilitação das lesões.

## **CAUSAS DA REDUÇÃO DA FLEXIBILIDADE**

A redução da flexibilidade, bem como da força muscular afetam o equilíbrio, a postura e o desempenho das atividades rotineiras, como a marcha, aumentando a incidência de quedas e doenças respiratórias. Essa diminuição da flexibilidade está relacionada a fatores individuais, o que pode ser evitada ou reduzida com a recomendação de exercícios específicos para essa finalidade (PACHECO *et al.*, 2017).

Em estudo realizado com crianças em idade escolar até a puberdade, foi verificada redução da flexibilidade, com o avançar da idade, devido ao crescimento ósseo mais acelerado e aumento de músculos e tendões que promovem maior rigidez nas regiões articulares. Ademais, o sedentarismo e a longa permanência na mesma posição durante o período escolar foram apontados como fatores prejudiciais à flexibilidade. Assim, o estudo reforça que seja estimulado o desenvolvimento físico saudável desde cedo pela escola e pelos pais, sendo a disciplina de Educação Física importante para a aquisição de hábitos como a atividade física regular através de programas que trabalhem a mobilidade nas aulas (FERRIZ; ALACID, 2018).

Outro grupo etário afetado pela diminuição da flexibilidade são os idosos, isso ocorre de acordo com o avanço da idade, ocasionada pela queda na produção de colágeno pelo organismo, fazendo com que ocorram mudanças na estrutura dos tendões, ligamentos e cápsulas articulares,

estruturas diretamente ligadas à flexibilidade (ROSA, 2012). Isso afeta a capacidade funcional, causando desequilíbrio postural, limitações de movimento e alterações na marcha, ou seja, velocidade da caminhada, comprimento da passada, frequência da marcha e amplitude de movimento (CRISTOPOLISKI *et al.*, 2009). Nesse sentido, a manutenção ou ganho de flexibilidade e força muscular são necessidades importantes a serem atingidas para o controle da saúde de idosos (FIDELIS; PATRIZZI; WALSH, 2013).

### Efeitos do alongamento na terceira idade

De acordo com Cristopoliski *et al.* (2009), alterações biomecânicas limitam a função e também a qualidade de vida em âmbito geral, sendo esse processo mais acelerado conforme se envelhece. Por isso, o treinamento físico, mesmo quando iniciado em fases mais avançadas da vida, é benéfico em diversos aspectos, inclusive na parte circulatória/vascular, pois auxiliará na melhora da circulação sanguínea (ocorrendo a vasodilatação, aumentando a capilaridade através da angiogênese - formação de novos vasos sanguíneos e, conseqüentemente, melhorando a distribuição e a capacidade do fluxo sanguíneo nos membros inferiores de idosos) (BEHNKE *et al.*, 2012).

Neste contexto, o alongamento, é utilizado como aquecimento ou resfriamento da musculatura, a depender do momento do treinamento que é realizado e melhora a amplitude de movimento (HOTTA *et al.*, 2018). No entanto, pouco se sabe sobre os efeitos do alongamento muscular diário para o fluxo sanguíneo. Em estudo realizado com ratos, em que um membro foi alongado e outro não, o fluxo sanguíneo para o membro estendido e o membro contralateral não estendido (em repouso e durante o exercício em esteira), constatou que o alongamento muscular diário induz vasodilatação e angiogênese dependentes do endotélio, melhorando a hiperemia induzida pelo exercício nos músculos esqueléticos de ratos idosos (HOTTA *et al.*, 2018).

## ALONGAMENTO E O COMPORTAMENTO DO TENDÃO

A principal função das estruturas dos tendões é transferir a força produzida pelo componente contrátil, ou seja, pelo músculo para a articulação e/ou conseqüentemente ao osso conectado em série. Um tendão rígido será vantajoso para a realização de movimentos rápidos e precisos, pois afeta mudanças rápidas de tensão. Inversamente, se o alongamento tiver o efeito de alterar as estruturas tendíneas para ser mais complacente, isso levará a uma menor taxa de produção de força e/ou a um atraso na ativação muscular (PROSKE; MORGAN, 1987).

Em estudo realizado por Kubo *et al.* (2001), investigou as influências do alongamento estático nas propriedades viscoelásticas das estruturas dos tendões humanos *in vivo*, com uso da ultrassonografia para determinar a magnitude do alongamento na estrutura tendínea do músculo gastrocnêmio medial humano. O referido estudo identificou que a deformação das estruturas dos tendões aumentou, e a histerese, propriedade viscoelástica do tendão, onde a deformação do mesmo possui comportamento diferente durante a atuação de carga e a retirada da mesma, diminuiu significativamente após o alongamento.

A possível explicação para que ocorra a diminuição da rigidez após o alongamento estático é que as fibras de colágeno ficam alinhadas e paralelas ao aumento do estresse. Dessa forma, a redução observada na rigidez pode ser atribuída a mudança aguda no arranjo das fibras colágenas (PIPONNIER *et al.*, 2020).

## LESÕES E DOENÇAS QUE AFETAM A FLEXIBILIDADE

De acordo com a revisão sistemática realizada por Oliveira e Korb (2017), quando não mantida através dos exercícios, a flexibilidade pode reduzir o desempenho nas atividades diárias e esportivas, além de aumentar o risco da ocorrência de lesões musculoesqueléticas. Além disso, ressalta-se que se não treinada, a flexibilidade reduzida pode contribuir com o aumento do risco de lesões, diminuir o desempenho das atividades de vida diária e esportivas em indivíduos atletas e não atletas (MICHEO *et al.*, 2012; SIGNORELLI *et al.*, 2012)

Em contraponto, a lesão é uma condição à qual o indivíduo está sujeito, especialmente com a prática esportiva, podendo-se apresentar de forma aguda ou crônica. As lesões crônicas são mais frequentes entre pessoas que realizam atividades ou exercícios repetitivos com mesma cadeia cinética, o que gera um estresse estrutural acumulado com o passar do tempo, além disso os autores salientam que a lesão crônica é tida como multifatorial que envolve várias causas, como: desequilíbrio muscular, falhas posturais, pouco desenvolvimento de músculos estabilizadores, lesões anteriores e pouca flexibilidade (SCHWARTZMANN; DOS SANTOS; BERNARDINELLI, 2012). Hunter e Spriggs (2000) sugerem que um conjunto músculo-tendão com pouca flexibilidade em um movimento que exige grande amplitude pode ficar rígido com o tempo e isso pode contribuir para o rompimento parcial ou total deste tecido.

No cenário esportivo, a flexibilidade deve ser abordada de forma distinta de acordo com a determinação de cada desporto (PION *et al.*, 2015). Assim, embora esportes diferentes como, por exemplo, a natação, a corrida, o ciclismo e o *triathlon* demonstrem necessidades mecânicas distintas, estudos revelam que indivíduos com melhores graus de flexibilidade são capazes de estar menos suscetíveis a lesões crônicas resultantes dessas práticas esportivas (MATTHEWS *et al.*, 2017; DAHLQUIST *et al.*, 2015; BECKER *et al.*, 2017; WINSLOW, 2014; NORBERTO; PUGGINA, 2019).

Dentre as doenças que afetam a flexibilidade tem-se a fibromialgia, uma síndrome caracterizada por dor musculoesquelética crônica e difusa, associada a sintomas como; fadiga generalizada, rigidez matinal, distúrbios cognitivos, ansiedade, depressão, entre outros. A fibromialgia afeta a capacidade física devido à dor, causando inatividade física e limitações funcionais, assim como baixa aptidão física, redução de flexibilidade, força muscular e resistência aeróbica, evidenciando-se assim a importância do alongamento muscular no tratamento da fibromialgia (OLIVEIRA *et al.*, 2017).

Além disso, o desenvolvimento de agravos à saúde, como dores lombares, tem correlação com a perda de flexibilidade e podem estar associadas à sobrecarga de atividades relacionadas com o trabalho e com a falta de atividades preventivas ou compensatórias, como é o caso do trabalho em ambiente rural, já que esse envolve atividades físicas extenuantes como: caminhadas frequentes, transportes de materiais, carregamento de peso, entre outros (DA SILVA; FERRETTI; LUTINSKI, 2017). Ainda, de acordo com os mesmos autores, tanto a flexibilidade muscular quanto a força estão frequentemente relacionadas com a dor lombar, especialmente quando há

retração e fraqueza de certas musculaturas do corpo, o que pode causar maior incidência de outros quadros dolorosos.

O corpo pode sofrer alterações importantes através da mudança da sua flexibilidade habitual, pois a retração do comprimento da fibra muscular (encurtamento) afeta a capacidade máxima de tensão do músculo e a sua amplitude de movimento, causando desequilíbrio postural e posteriores compensações. Um exemplo disso é a diminuição da flexibilidade dos músculos isquiotibiais que podem causar desvios posturais e alteração da marcha (SANTOS *et al.*, 2017). Ademais, a flexibilidade de um indivíduo adulto saudável pode reduzir aproximadamente de oito a dez centímetros na região da coluna lombar e na articulação do quadril. Em um idoso essa perda pode ser maior, tendo em vista que a elasticidade dos tendões, ligamentos e cápsulas articulares decresce devido à deficiência no colágeno em idade mais avançada (ALBINO *et al.*, 2012).

## O ALONGAMENTO COMO TRATAMENTO NA REABILITAÇÃO

O alongamento é uma manobra terapêutica utilizada para aumentar a mobilidade dos tecidos moles responsáveis por promover aumento do comprimento das estruturas que tiveram encurtamento adaptativo (KISNER; COLBY, 2005). Os benefícios do alongamento incluem a diminuição direta da tensão muscular através das mudanças viscoelásticas passivas ou diminuição indireta devido à inibição reflexa e à consequente mudança na viscoelasticidade oriundas da redução de pontes cruzadas entre actina e miosina (DI ALENCAR; MATIAS, 2010).

A distensão muscular, geralmente, ocorre durante potentes contrações musculares excêntricas utilizadas para controlar ou desacelerar os movimentos de alta velocidade e é o resultado do alongamento excessivo ou alongamento simultâneo à ativação muscular. No momento em que os sarcômeros da fibra muscular são distanciados até o comprimento maior que a fibra, a zona de sobreposição dos filamentos (actina e miosina) diminui, consequentemente, a tensão capaz de ser gerada pela fibra muscular, diminui. Quando a fibra muscular esquelética é estirada a 170% de seu comprimento ótimo, não existe mais sobreposição entre miosina e actina, surge então a denominada distensão muscular (TORTORA; GRABOWSKI, 2002).

De acordo com o estudo de Azuma e Someya (2020), que teve como objetivo verificar se a metodologia de prevenção de lesões seria benéfica, realizaram avaliação em jogadores de futebol através dos testes de rigidez muscular aplicado por fisioterapeutas, com isso, desenvolveram um programa específico de treinamento para cada jogador. Em suas avaliações eles verificaram que os indivíduos avaliados através do teste de rigidez muscular que apresentavam lesões eram menos flexíveis quando comparados aos jogadores que não apresentavam lesões, além disso, o grupo intervenção (aquele que teve aplicação do programa específico de treinamento) obteve melhores resultados quando comparado com o grupo controle.

Dessa forma, os pesquisadores concluíram que realizar uma intervenção direta, bem orientada por profissionais e que seja mais específica para cada indivíduo com exercícios de alongamento, contribui para prevenção de lesões. Em algumas situações de tratamento ou prevenção de comorbidades relacionadas a flexibilidade, podemos destacar casos na oncologia, como pacientes pós-mastectomia (parcial ou radical, com ou sem esvaziamento axilar) que são acometidos com reduções consideráveis dos níveis de flexibilidade. Nesses casos, existem protocolos específicos para reabilitação, nos quais uma parte do tratamento consiste em cinesioterapia com exercícios de alongamentos.

Além disso, há também casos na neurologia, no tratamento de pacientes pós- acidente vascular encefálico, lesões neurológicas, encefalopatias, paralisia cerebral, entre outras, em que existem protocolos de reabilitação visando (não somente) o uso de exercícios de flexibilidade para redução dos níveis de espasticidade, encurtamentos e alterações ocasionadas pelas lesões neurológicas. Uma das técnicas que se utiliza buscando restabelecer os níveis de flexibilidade é através do uso do método pilates, de acordo com as limitações de cada indivíduo (DE FARIA *et al.*, 2021).

Ainda podemos citar casos do uso de protocolos de reabilitação com exercícios de flexibilidade na área da Ortopedia, como, por exemplo (e não somente), pacientes com espondilite anquilosante, pós-operatórios de cirurgias ortopédicas como artroplastias, tenorrafias e cirurgias de correção para a coluna. Para cada caso, cada tipo de situação e cada paciente faz-se um trabalho de reabilitação que visa reduzir encurtamentos e limitações que possam ocorrer no pós-operatório, sendo escolhido pelo fisioterapeuta qual a melhor conduta e em qual momento realizar o trabalho de reabilitação para os casos de redução da flexibilidade.

Com isso, o alongamento pode ser parte da rotina de exercícios para se beneficiar das mudanças plásticas de longo prazo, porém o treinamento de flexibilidade na prevenção de lesões ainda não possui um corpo de evidências bem estabelecido. Precisamos de mais estudos atendendo diferentes populações, com uma quantidade menor de limitações, mas há raciocínios plausíveis sobre seu efeito de diminuir as lesões musculotendíneas durante o exercício físico. A redução de mobilidade articular pode ser ocasionada devido a alguns fatores miogênicos intrínsecos e extrínsecos, como, por exemplo, o desuso, aumento da idade ou problemas de transição nervosa que ocasionam uma hipomobilidade, e podem até alterar as funções musculares (ERSOY *et al.*, 2019). A mobilização articular pode ser feita através de exercícios ativos ou como manobras passivas realizadas por fisioterapeutas, promovendo assim efeitos tanto para melhorar o movimento funcional articular para atividades do dia a dia quanto para uma reabilitação de lesões (ERSOY *et al.*, 2019; CRUZ-DÍAZ *et al.*, 2015).

## **ALONGAMENTO ESTÁTICO ANTES OU DEPOIS DO TREINAMENTO?**

O encurtamento do sistema muscular gera como consequências o aumento do gasto energético, desestabilização da postura, utilização de fibras musculares compensatórias, compressão das fibras nervosas, aumento das incidências de câibras e dor, além de prejuízo da técnica nas habilidades esportivas (ACHOUR JÚNIOR, 2006). Especula-se que essa diminuição induzida pelo alongamento é causada em decorrência da redução de rigidez musculotendínea, o que reduz a capacidade do músculo quanto à sua eficácia na geração de força.

Devido a essa diminuição, sugere-se que o alongamento estático seja dispensado quando, posteriormente, a atividade envolvida requerer produção de força. Revisão sistemática com meta análise mostrou que alongamento estático comparado a recuperação passiva não mostrou nenhum efeito nos desfechos de dor muscular tardia e força num período de 24, 48 ou 72 horas após o exercício (AFONSO *et al.*, 2021). Para tanto, quando se realizam exercícios de alongamento para ganho de flexibilidade antes do treino, é observada a perda de força ou aumento da possibilidade de lesões, mais especificamente durante o levantamento máximo de peso (DI ALENCAR; MATIAS, 2010).

## ALONGAMENTO DINÂMICO E TREINAMENTO

Os alongamentos dinâmicos ajudam no processo de aquecimento, aumentando a frequência cardíaca e temperatura. Na excitabilidade da unidade motora aprimorada tem o sentido cinestésico melhorado, levando a uma melhor propriocepção e pré-ativação (FLETCHER, 2010). De acordo com Fletcher e Jones (2004), realizar alongamentos dinâmicos durante a caminhada, como, por exemplo, o pêndulo frontal e lateral, avanço e saltos, pode ajudar a ensaiar padrões específicos de movimento, permitindo que os músculos sejam excitados mais cedo e mais rapidamente, produzindo mais força e diminuindo o tempo de corrida.

Este estudo constatou ainda que melhorias nas atividades explosivas (corridas de 20 metros) estavam relacionadas ao aumento da coordenação muscular após uma rotina de alongamento dinâmico, e que durante a caminhada o alongamento prévio afetou positivamente o desempenho do sprint em comparação com o alongamento estático. A suspeita é que esse fato tenha relação com o ensaio do movimento em um padrão, ou seja, a propriocepção e a pré-ativação, necessárias na corrida para ajudar na transição rápida da contração excêntrica para concêntrica, podem ser invocadas durante a caminhada (FLETCHER; ANNES, 2007).

## INTENSIDADE E VOLUME

Freitas *et al.* (2015), em estudo experimental, compararam se o alongamento estático de alta intensidade (flexionamento) com duração moderada produziria os mesmos efeitos agudos que uma sessão de alongamento de baixa intensidade e com longa duração. Para isso, 17 voluntários realizaram dois protocolos de alongamento para os flexores do joelho. A comparação foi realizada da seguinte forma: 100% do torque máximo passivo da articulação tolerado por 90 segundos *versus* a baixa intensidade com longa duração, 50% do torque máximo passivo e uma duração de 90 segundos na amplitude de movimento máximo da extensão do joelho.

O referido estudo constatou aumento do pico de torque passivo e a amplitude máxima de movimento observados por 60 minutos após o alongamento para o alongamento de maior intensidade. Dessa forma, a intensidade do alongamento foi considerada mais importante para o

aumento da amplitude de movimento, enquanto a duração parece ser mais importante para o declínio passivo agudo do torque. Além disso, o alongamento com a intensidade mais alta aumentou o torque passivo acima da linha de base 30 e 60 minutos após o alongamento.

## CONCLUSÃO

Diante do exposto, recomenda-se que o treinamento da flexibilidade seja constante na vida das pessoas, tendo em vista sua grande contribuição tanto nas atividades diárias como no meio recreativo e esportivo. Através dessa importante capacidade física o corpo pode desempenhar suas funções de forma adequada promovendo a melhora da ADM, postura e assim a redução de possíveis dores e doenças que afetam a funcionalidade. Portanto, as atividades físicas que promovem a melhora da flexibilidade devem ser estimuladas desde a infância e mantidas até o envelhecimento para manutenção da qualidade de vida e conservação da saúde dos indivíduos.

## REFERÊNCIAS

ACHOUR JÚNIOR, A. **Exercícios de alongamento: anatomia e fisiologia**. 2ª Ed. São Paulo: Manole, 2006

AFONSO, J. *et al.* The Effectiveness of Post-exercise Stretching in Short-Term and Delayed Recovery of Strength, Range of Motion and Delayed Onset Muscle Soreness: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. **Front Physiol.** v. 12, may, 2021.

ALBINO, I. L. *et al.* Influência do treinamento de força muscular e de flexibilidade articular sobre o equilíbrio corporal em idosos. **Rev. Bras. Geriatr. e Gerontol.**, Rio de Janeiro, [s. l.], v. 15, n. 1, p. 17-25, 2012.

AZUMA, N.; SOMEYA, F. Injury prevention effects of stretching exercise intervention by physical therapists in male high school soccer players. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, v. 30, n.11, p. 2178-2192. nov, 2020.

BABARINDE, O; ISMAIL, H; SCHELLACK, N. An overview of the management of muscle pain and injuries. **S. Afr. Fam. Pract.** [s. l.], 2017.

BATISTA, K. *et al.* Flexibility in Brazilian children and adolescents: a systematic review. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**, 20 (4), 472-482. <http://dx.doi.org/10.5007/1980-0037.2018v20n4p472>, 2018

BECKER, J. *et al.* Biomechanical Factors Associated With Achilles Tendinopathy and Medial Tibial Stress Syndrome in Runners. **The American Journal of Sports Medicine**. [s. l.]. 2017.

BEHNKE, B. J. *et al.* Effects of aging and exercise training on skeletal muscle blood flow and resistance artery morphology. **J. app. Physiol.**, [s. l.], v. 113, n. 11, p. 1699-1708, out. 2012.

CRISTOPOLISKI *et al.* Stretching Exercise Program Improves Gait in the Elderly. **Gerontology**. Basel: Karger, v. 55, n. 6, p. 614-620, 2009. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/20832>>.

CRUZ-DÍAZ, D. *et al.* Effects of joint mobilization on chronic ankle instability: a randomized controlled trial. **Disabil. Rehabil.**, v. 37, n. 7, p. 601-10, July. 2015.

DA SILVA, M. R.; FERRETTI, F.; LUTINSKI, J. A. Dor lombar, flexibilidade muscular e relação com o nível de atividade física de trabalhadores rurais. **Saúde Debate**, Rio de Janeiro, v. 41, n. 112, p. 183-194, mar. 2017.

DAHLQUIST, M.; LEISZ, M. C.; FINKELSTEIN, M. The club-level road cyclist: injury, pain, and performance. **Clin. J. Sport. Med.**, [s. l.], 2015.

DE ANDRADE, L. N.; TEIXEIRA, R. V.; CARLOS, P. S. Relação entre a flexibilidade e a força entre praticantes de crossfit. **Motri.**, [s. l.], v. 14, n. 1, p. 279-283, mai. 2018.

DE OLIVEIRA, D. V. *et al.* Avaliação da flexibilidade e força muscular de membros inferiores em idosas praticantes de hidroginástica. **Saúde e Pesq.**, [s. l.], v. 10, n. 1, p. 91-99, abr. 2017.

DI ALENCAR, T., A. M.; MATIAS, K., F. S. Princípios fisiológicos do aquecimento e alongamento muscular na atividade esportiva. **Rev. Bras. Med. Esporte.**, Niterói, v. 16, n. 3, p. 230-234, jun. 2010.

ERSOY, U. *et al.* The Acute Effect of Talocrural Joint Mobilization on Dorsiflexor Muscle Strength in Healthy Individuals: A Randomized Controlled Single-Blind Study. **J. Sport. Rehabil.**, v. 28, n. 6, p. 601-605, aug. 2019.

FERRIZ, B. S.; ALACID, F. Programas y ejercicios de flexibilidad dentro de las clases de educación física, en niños y niñas escolares, y su efecto en la mejora de la extensibilidad isquiosural: Una revisión sistemática. **MHSalud**, [s. l.], v. 15, n. 1, p. 1-12, oct. 2018.

FIDELIS, L. T.; PATRIZZI, L. J.; WALSH, I. A. P. Influence of physical exercise on the flexibility, hand muscle strength and functional mobility in the elderly. **Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia**, v. 16, p. 109-116, 2013.

FLETCHER, I. M. The effect of different dynamics stretch velocities on jump performance. **Eur J Appl Physiol.**, [s. l.], v. 109, n. 3, p. 491-8, jun. 2010.

FLETCHER, I. M.; ANNESS, R. The acute effects of combined static and dynamics stretch protocols on fifty-meter sprint performance in track-and-field athletes. **J. Strength Cond. Res.**, [s. l.], v. 21, n. 3, p. 784-787, aug. 2007.

FLETCHER, I. M.; JONES, B. The effect of different warm-up stretch protocols on 20 meter sprint performance in trained drug free union players. **J. Strength Cond. Res.**, [s. l.], v. 18, n. 4, p. 885-888, nov. 2004.

FREITAS, S. *et al.* Stretching Effects: High-intensity & Moderate-duration vs. Low-intensity & Long-duration. **Int. J. Sports Med.**, [s. l.], v. 37, n. 3, p. 239-244, apr. 2015.

HALBERTSMA, J. P. *et al.* Repeated passive stretching: acute effect on the passive muscle moment and extensibility of short ham strings. **Arch. Phys. Med. Rehabil.**, [s. l.], v. 80, n. 4, p. 407-14, Apr. 1999.

HOTTA, K. *et al.* Daily muscle stretch in enhances blood flow, endothelial function, capillarity, vascular volume and connectivity in aged skeletal muscle. **J. Physiol.** [s. l.], v. 596, n. 10, p. 1903-1917, may. 2018.

HUNTER, D. G.; SPRIGGS, J. Investigation into the relationship between the passive flexibility and active stiffness of the ankle plantar-flexor muscles. **Clin. Biomech.**, [s. l.], 2000.

IWATA, M. *et al.* Dynamic Stretching Has Sustained Effect on Range of Motion and Passive Stiffness of the Ham string Muscles. **J Sports Sci Med.** 2019; 18(1):13-20.

KNAPIK, J. J. Extreme Conditioning Programs: Potential Benefits and Potential Risks. **J. Spec. Oper. Med.**, [s. l.], v. 15, n. 3, p. 108-13, out. 2015.

KUBO, K. *et al.* Influence of static stretching on viscoelastic properties of human tendon structures in vivo. **J. Appl. Physiol.**, [s. l.], v. 90, n. 2, p. 520-527, feb. 2001.

MAGNUSSON, S. P. *et al.* A mechanism for altered flexibility in human skeletal muscle. **J. Physiol.**, v. 497, n. 1, p. 291-8, nov. 1996.

MATTHEWS, M. J. *et al.* The effects of swimming fatigue on shoulder strength, range of motion, joint control, and performance in swimmers. **Phys. Ther. Sport.**, [s. l.], v. 23, n. 1, p. 118-122, jan. 2017.

NORBERTO, M. S.; PUGGINA, E. F. Relações entre flexibilidade de membros inferiores e índice de lesões em modalidades de resistência. **Rev. Bras. Ciênc. Esporte.** [s. l.], v. 41, n. 3, p. 290-297, set. 2019.

OLIVEIRA, A. S.; KORB, A. Efeitos do método pilates na postura e flexibilidade de mulheres: revisão sistemática. Revista Uningá. **Uningá J.**, [s. l.], v. 51, n. 1., p. 58-64, jan. 2017.

OLIVEIRA, L. H. *et al.* Efeito do exercício físico supervisionado sobre a flexibilidade de pacientes com fibromialgia. **Rev. Dor**, [s. l.], v. 18, n. 2, p. 145-149, jun, 2017.

PACHECO, J. F. *et al.* Pilates e Flexibilidade: Uma Revisão. **Rev. Bras. Ciênc. Saúde**. [s. l.], v. 21, n. 3, p. 275-280, jun, 2017.

PION, J. *et al.* Generic anthropometric and performance characteristics among elite adolescent boys in nine different sports. **Eur. J. Sport. Sci.**, [s. l.], v. 15, n. 5, p. 357-66, aug. 2015.

PIPONNIER, E. *et al.* Plantar flexor muscle-tendon unit length and stiffness do not influence neuromuscular fatigue in boys and men. **Eur J Appl Physiol.**, [s. l.], v. 120, n. 3, p. 653-664, mar, 2020.

PROSKE, U.; MORGAN, D. L. Tendon stiffness: methods of measurement and significance for the control of movement: a review. **J. Biomech.**, [s. l.], v. 20, n. 1, p. 75-82, jun. 1987.

ROSA, A. A. Flexibilidade em indivíduos idosos. **Revista de Educação do Ideau**, Barão do Cotepe, v. 7, n. 15, p. 1-15, jun. 2012.

SANTOS, D. *et al.* Efeito agudo de diferentes técnicas de alongamento na flexibilidade de isquiotibiais. **Fisioter. Bras.**, [s. l.], v. 18, n. 6, p. 708-718, jan. 2017.

SCHWARTZMANN, N. S.; DOS SANTOS, F. C.; BERNARDINELLI, E. Dor no ombro em nadadores de alto rendimento: possíveis intervenções fisioterapêuticas preventivas. **Rev. Ciênc. Méd.**, [s. l.], v. 14, n. 2, p. 199-212, apr. 2012.

THOMAS, E. *et al.* The Relation Between Stretching Typology and Stretching Duration: The Effects on Range of Motion. **Int J Sports Med**. v. 39, p. 243-254, apr. 2018.

TORTORA, G. J.; GRABOWSKI, S. R. Princípios de Anatomia e Fisiologia. 9ª ed. Rio de Janeiro: **Guanabara 7. Koogan**, 2002.

WAN, X. *et al.* Effects of flexibility and strength training on peak ham string muscle tendinous strains during sprinting. **Journal of Sport and Health Science**, Volume 10, Issue 2, 2021, Pages 222-229, ISSN 2095-2546,

WINSLOW, J. Treatment of lateral knee pain using soft tissue mobilization in four female triathletes. **Int. j. Ther Massage Bodywork**. [s. l.], v. 7, n. 3, p. 25-3, sep, 2014.

# FLEXIBILIDADE E DESEMPENHO DESPORTIVO

*Iago Augusto Pastori*<sup>1</sup>

*Heinrich Leon Souza Viera*<sup>2</sup>

*Martina Weis Regert*<sup>3</sup>

*Suellem Zanlorenzi*<sup>4</sup>

*Andressa Ferreira da Silva*<sup>5</sup>

## INTRODUÇÃO

A flexibilidade é essencial na determinação do nível de maestria em diversas modalidades desportivas (PLATONOV *et al.*, 2008), como, ginástica artística, ginástica rítmica, lançamento de dardo. Desse modo, para que uma periodização do treinamento apresente resultados satisfatórios em termos de performance esportiva, pode ser necessário o aprimoramento das mais diversas capacidades físicas, dentre as quais pode-se incluir a flexibilidade, a depender da modalidade esportiva. No basquetebol, por exemplo, a flexibilidade parece ser uma das principais variáveis para identificação de talentos (PINO-ORTEGA *et al.*, 2021), no entanto, para outros esportes a flexibilidade pode não estar entre as prioridades. Níveis apropriados de flexibilidade também são importantes para a manutenção e promoção da saúde, além de segurança e desempenho na prática esportiva a nível recreativo e competitivo (FRANKLIN *et al.*, 2000).

---

1 Bacharel em Educação Física. E-mail: iago.pastori7@gmail.com

2 Aluno de graduação do curso de Educação Física (bacharelado) da UFSM. E-mail: heinrichviera@hotmail.com

3 Aluno de graduação do curso Educação Física Bacharelado da UFSM. E-mail: martina.wr@hotmail.com

4 Discente do curso de Pós-graduação em Educação Física, nível mestrado - Universidade Federal de Santa Catarina. Email: suellemzan@gmail.com

5 Discente do curso de Pós-graduação em Educação Física, nível doutorado - Universidade Federal de Santa Catarina. E-mail: andressafs1988@gmail.com

Embora os métodos mais comuns para o desenvolvimento da flexibilidade sejam os alongamentos, a literatura mais recente chama atenção aos possíveis efeitos deletérios ao desempenho que podem ocorrer após o alongamento estático, envolvendo fatores neurais, psicológicos e morfológicos (BEHM *et al.*, 2021). Como alternativa aos exercícios de alongamento, o treinamento resistido parece promover resultados satisfatórios no ganho de amplitude de movimento (ADM) (ALIZADEH *et al.*, 2023).

Nessa perspectiva, entender como funciona essa relação de dose-resposta entre alongamento e desempenho é fundamental, bem como averiguar como os diferentes métodos podem (ou não) impactar o desempenho esportivo e o ganho de ADM. Além disso, é necessário entendimento sobre o quão importante é o ganho de flexibilidade para o desempenho desportivo, a depender do contexto analisado.

Ao longo deste capítulo, serão abordados os diferentes aspectos acerca da flexibilidade e sua influência no desempenho em diferentes esportes. Outro ponto a ser abordado será como determinados esportes auxiliam na melhora da flexibilidade sem necessitar de treinamento específico para desenvolvê-la.

## **FLEXIBILIDADE E ESPECIFICIDADE DESPORTIVA**

A flexibilidade é uma capacidade física que precisa ser analisada de acordo com a especificidade, em vista que maiores níveis não necessariamente significam melhores resultados. A busca, a partir do treinamento, deve-se pelo nível ótimo de flexibilidade, que é compatível com a tarefa a ser realizada (DANTAS, 2018) ou para o desempenho necessário especificamente em cada modalidade. Os músculos que estão envolvidos na manutenção postural, ou então músculos que cruzam mais de uma articulação, podem apresentar insuficiência nos níveis de flexibilidade (ACHOUR JÚNIOR, 2017).

Por isso, a avaliação dos níveis de flexibilidade é de extrema importância quando o intuito é desempenho desportivo ligado à redução do risco de lesão. Nos capítulos 4 e 5 do presente livro é possível aprofundar a leitura sobre esses assuntos em específico. A seguir serão citados alguns exemplos de esportes e como a flexibilidade influencia na sua prática:

## **Flexibilidade na Ginástica (artística, rítmica, aeróbica e acrobática)**

Em modalidades como as ginásticas artística, rítmica, aeróbica e acrobática, a flexibilidade altamente especializada é exigida para que os movimentos obrigatórios sejam executados (SANDS *et al.*, 2016). As articulações dos ombros, quadris, coluna e tornozelos precisam ser especialmente flexíveis, pois essa modalidade exige valores acima do padrão para a capacidade física flexibilidade (DA SILVA *et al.*, 2008). É possível que a flexibilidade seja o maior diferencial entre a ginástica e outros esportes (SANDS *et al.*, 2016). Devido a isso, os riscos de lesões na região lombar dos atletas podem ser altos levando em consideração a ênfase dada na flexibilidade e nos movimentos repetitivos, por exemplo, de hiperextensão da coluna durante o processo de treinamento (DA SILVA *et al.*, 2008), que começa a ser treinado na primeira infância (SANDS *et al.*, 2016). Por outro lado, o risco de lesões na região lombar pode ser diminuído com treinamento compensatório, focado na força muscular abdominal e na execução de técnicas adequadas para reduzir a compressão nas vértebras (DA SILVA *et al.*, 2008).

Em estudo realizado por Cabo e Parraça (2021), foi investigada a diferença entre atletas de patinação e atletas de ginástica do sexo feminino, considerando como o volume mais elevado de treinamento se associa a maiores valores de flexibilidade e força. A amostra foi composta por 70 atletas, 35 ginastas e 35 patinadoras. Cabe ressaltar que as ginastas geralmente começam a treinar cedo (principalmente as meninas), mas o efeito do treinamento em atletas ainda é pouco compreendido (SANDS *et al.*, 2016). Como resultado do estudo mencionado, a flexibilidade, tanto nos testes dos membros superiores quanto nos membros inferiores, foi superior para as ginastas comparado às patinadoras, o que pode ser influenciado pela hiperflexibilidade gerada pelo tipo de treino realizado por ginastas (CABO; PARRAÇA *et al.*, 2021).

## **Flexibilidade na Patinação Artística**

Na patinação artística, a flexibilidade é a capacidade física que permite a exploração máxima das articulações em diferentes posições (ORTEGA, 2012). Dentre outras capacidades físicas, a patinação tem

efeito na melhoria da flexibilidade, mas o efeito do índice de flexibilidade não é significativo, possivelmente devido ao negligenciamento do aquecimento antes das atividades e do relaxamento após o treinamento (ZHAO *et al.*, 2020).

Níveis adequados de flexibilidade facilitam a iniciação da velocidade de rotação junto com o estiramento/encurtamento dos músculos dos membros superiores e inferiores em saltos e giros (ORTEGA, 2012). Além disso, o treinamento de flexibilidade de membros inferiores pode prevenir lesões nos membros inferiores e nas costas, que acometem os patinadores artísticos (HAN *et al.*, 2018). Isso corrobora com a ideia de que a flexibilidade é uma das capacidades físicas que influencia no nível de maestria em diversas modalidades desportivas (REBELO; VALAMATOS; TAVARES, 2022).

## Flexibilidade na Natação

Na natação, a flexibilidade está diretamente relacionada com a prevenção de lesões, visto que a falta de amplitude de movimento nos ombros pode provocar alterações posturais na finalidade de compensação do movimento e realização da tarefa (MATTHEWS *et al.*, 2017). Juntamente com os ombros, os membros inferiores são fortemente afetados por lesões em nadadores devido à falta de flexibilidade combinada com desequilíbrio muscular (NORBERTO *et al.*, 2019).

O movimento da braçada na natação pode ser dividido em quatro fases (WANIVENHAUS *et al.*, 2012), entrada da mão na água, fase inicial de propulsão, fase final de propulsão e fase de recuperação. Cada uma dessas fases exige que o ombro se movimente de diferentes formas nos três eixos de movimento. Na fase da entrada da mão na água, o ombro se encontra em combinação de abdução com flexão e rotação interna. Durante a fase da propulsão, inicialmente o ombro é caracterizado pela adução e extensão, e rotação neutra, em que na fase final o ombro passa para adução final com extensão e rotação interna. A partir dessa última fase, o ombro passa para a fase de recuperação, com o ombro em extensão, abdução e rotação interna, para reiniciar a fase de entrada da mão na água (WANIVENHAUS *et al.*, 2012). Baseado nessas fases é possível perceber que o ombro necessita boa flexibilidade para que nenhum movimento compensatório ou danoso ocorra. Nesse aspecto, embora a flexibilidade possa desempenhar um papel importante como capacidade básica para

nadadores, uma revisão sistemática concluiu que a relação entre flexibilidade e risco de lesões é ainda inconclusiva, pois há inconsistências nos poucos estudos disponíveis (HILL *et al.*, 2022).

Ao explorar a relação entre flexibilidade e desempenho em 50 metros rasos em nadadores jovens foi encontrado que a flexibilidade no movimento de flexão do ombro esquerdo previu 88% do desempenho para o sexo masculino (SILVA *et al.*, 2019). No mesmo estudo, os autores relatam que a flexibilidade no ombro depende do nível de experiência com a modalidade e do sexo, sendo que praticantes menos experientes apresentaram menores valores de flexibilidade, e praticantes do sexo feminino apresentaram maior flexibilidade comparado com os nadadores do sexo masculino (SILVA *et al.*, 2019). Seguindo essa ideia, ao observar a articulação do tornozelo que é responsável por gerar força de impulso na natação, um estudo que simulou a restrição de mobilidade articular no tornozelo concluiu que a diminuição no arco de movimento de flexão plantar diminuiu significativamente a velocidade do nado submerso (SHIMOJO *et al.*, 2019).

## Flexibilidade no Ciclismo

No ciclismo, o posicionamento dos segmentos corporais tem associação com a eficiência metabólica e o sucesso no esporte (HOLLIDAY; SWART, 2021a). Nesse aspecto, o assento da bicicleta posicionado ligeiramente mais alto que o guidão coloca o ciclista em posição mais potente aerodinamicamente (BINI, HUME, CROFT, 2014). Entretanto, para que esse posicionamento considerado “ótimo” seja atingido sem implicar em estresse articular indevido, estudos prévios têm chamado atenção para duas principais regiões envolvidas com o aumento do arco de movimento, a musculatura dos isquiotibiais e o compartimento lombar (HOLLIDAY; SWART, 2021b; MUYOR; LÓPES-MINARRO; ALACID, 2011). Em elucidação, quando o ciclista inclina o tronco à frente para colocar as mãos no guidão, a região da coluna lombar necessita flexionar e a pelve rodar anteriormente, em que a flexibilidade dos isquiotibiais é responsável por permitir esse movimento (MUYOR; LÓPES-MINARRO; ALACID, 2011; BURNETT *et al.*, 2004).

No trabalho realizado por Holiday e Swart (2021b) foi identificado que os ciclistas que possuíam maior flexibilidade na região lombar e na musculatura isquiotibial conseguiram posicionar o banco da bicicleta

mais alto, implicando no aumento da inclinação anterior do tronco e possivelmente na melhora do desempenho ao pedalar. Por isso, é importante avaliar a flexibilidade lombossacral e dos isquiotibiais de ciclistas, a fim de determinar o quanto de flexão de tronco cada ciclista está apto a suportar enquanto pedala (KOTLER *et al.*, 2016).

## Flexibilidade na Corrida

Na corrida, a flexibilidade elevada pode ter importante função na conservação dos tendões e ligamentos quando sofrem pressão do peso corporal durante a corrida. Estudo que coletou relatos de atletas sobre ocorrência de lesões concluiu que a flexibilidade reduzida na dorsiflexão do tornozelo pode, juntamente com outros fatores, favorecer ou agravar lesões de ordem tendíneas e músculo-esqueléticas na musculatura tibial anterior (NORBERTO *et al.*, 2019). Isso demonstra a importância da avaliação da flexibilidade dos músculos sóleo e gastrocnêmios, haja vista que em cadeia cinética fechada, caso esses músculos estejam demasiadamente rígidos, há redução da dorsiflexão de tornozelo, o que permite um aumento tanto da pronação do tornozelo quanto da flexão do joelho (FREDERICKSON, 2005).

Quando se pensa de economia de energia na corrida, cabe ressaltar que o equilíbrio entre exercícios voltados ao treinamento de força e ao treinamento de alongamento é importante para que os tendões não estejam rígidos em demasia ou então encurtados, o que poderia afetar o custo de energia muscular durante a prática (FLETCHER; MACINTOSH, 2017). Em maratonistas, ainda que a flexibilidade possa não ser um fator determinante para o tempo de corrida, deve ser considerada e mensurada, pois é um componente da aptidão física relacionado à saúde, e seus níveis ótimos podem contribuir para a prevenção de doenças relacionadas ao estilo de vida sedentário, como osteoporose. Nesse sentido, pode ser importante que os treinadores incluam alongamentos na rotina de treinamento de seus alunos, para manutenção de níveis adequados de flexibilidade (NIKOLAIDIS; ROSEMAN; KNECHTLE, 2018).

## Flexibilidade no Futebol

O futebol é um esporte complexo que envolve várias capacidades físicas. A flexibilidade, juntamente com a força, é um dos dois principais indicadores de desempenho físico no futebol. Quando existe assimetria de força e flexibilidade entre os membros inferiores, pode haver um controle corporal inadequado, além de falta de estabilidade articular (DANESHJOO *et al.*, 2013). Em revisão sistemática que mapeou resultados de 293 atletas de futebol, jogadores juvenis entre 15 e 17 anos e jogadores profissionais entre 18 e 29 anos, o membro inferior dominante apresentou menor flexibilidade do iliopsoas e do reto femoral (OCARINO *et al.*, 2021). Além disso, foi identificado maior torque dos rotadores externos do quadril em comparação ao lado não dominante, em ambas as faixas etárias. No mesmo estudo, para os jogadores adultos, o membro dominante apresentou menor rigidez de quadril do que o membro não dominante, e também apresentaram maior torque rotador externo do quadril do que os jogadores juvenis. O estudo não identificou diferenças na flexibilidade dos isquiotibiais e no torque dos extensores do quadril (OCARINO *et al.*, 2021).

No futebol, a flexibilidade da musculatura que cruza o tornozelo está associada com a habilidade de controle dinâmico (HOCH *et al.*, 2011; BASNETT *et al.*, 2013; BEHM *et al.*, 2004), sendo um fator determinante para o controle da bola, precisão de chute, velocidade e agilidade dentro de campo (GELEN, 2010; FRIKHA *et al.*, 2017; EMRZEOLU; LGER, 2020; ROKAYA *et al.*, 2021). Seguindo essa ideia, uma intervenção que adicionou o alongamento da musculatura sóleo a um protocolo regular de alongamento dinâmico identificou maiores benefícios no aumento da ADM da articulação do tornozelo, força máxima de flexão plantar e o tempo de corrida em zigue-zague (HUANG *et al.*, 2022). Isso demonstra que, a partir de uma avaliação detalhada da cinemática e da cinética do movimento, pode ser identificada a necessidade do desenvolvimento de treinamento específico da flexibilidade para melhorar o desempenho funcional de algum atleta ou equipe de futebol.

## Flexibilidade no Voleibol

O voleibol é um esporte coletivo caracterizado por períodos de curta duração, com atividades de alta intensidade e com períodos longos de

descanso. No voleibol, diferentes aspectos individuais estão relacionados à técnica e à tática, dentre os quais o salto vertical serve como indicador de performance (RAMIREZ-CAMPILLO *et al.*, 2020). Nesse sentido, o trabalho de flexibilidade dos membros inferiores torna-se importante, pois um padrão de aterrissagem flexível pode ser fator protetor contra lesões como a tendinopatia patelar (SPRAGUE *et al.*, 2018). Além da contribuição para a redução de lesões, níveis adequados de flexibilidade da região do tornozelo reduzem entorses, os quais são recorrentes no voleibol (PANOUTSAKPOULOS *et al.*, 2021). O trabalho de modificação da biomecânica do salto, bem como da flexibilidade dos membros inferiores pode ser interessante para reduzir o risco de lesões em atletas que apresentem níveis de flexibilidade baixos (SPRAGUE *et al.*, 2018).

Existem relatos que mostram que a flexibilidade reduzida na dorsiflexão do tornozelo pode, juntamente com outros fatores, ocasionar ou agravar lesões de ordem tendínea e músculo-esquelética na musculatura tibial anterior (NORBERTO *et al.*, 2018). Além disso, atletas que possuem menores níveis de amplitude de movimento de dorsiflexão de tornozelo podem apresentar resultados menores nos saltos verticais. Como o voleibol é um esporte que envolve saltos, é de grande importância o trabalho de flexibilidade, a partir da realização de testes específicos regularmente (PANOUTSAKPOULOS *et al.* 2021).

## Flexibilidade no Tênis de campo/quadra

O tênis, assim como outros esportes com raquetes, pode ser considerado um esporte assimétrico, no qual um volume de repetições de gestos do esporte é realizado de forma discrepante entre os membros dominante e não-dominante (BRITO *et al.*, 2022). Essas dissimilaridades podem ocorrer devido a demandas assimétricas dentro do jogo, que resulta em adaptações funcionais assimétricas, como diferenças de ADM na articulação do ombro (MANSKE *et al.*, 2013). Essas adaptações específicas do treinamento durante o processo de crescimento que ocorrem na adolescência podem colocar o ombro dominante em risco de lesão e assim afetar o desempenho a longo prazo e a carreira profissional (MYER *et al.*, 2015). O déficit de rotação interna da articulação glenoumeral (GIRD) e a amplitude total (AT) são medidas utilizadas neste contexto, em que valores acima de 5° do GIRD combinados com uma diferença acima de 18° entre

os membros dominante e não dominante podem indicar risco aumentado para a ocorrência de lesão (MANSKE *et al.*, 2013). Mais detalhes sobre a relação entre alongamento e risco de lesão foram apresentados no capítulo V do presente livro.

Além disso, quando direcionado ao conceito do corpo que trabalha em cadeias cinéticas musculares, observa-se a relevância que a musculatura da região pélvica tem em transferir a potência gerada nos membros inferiores para os membros superiores para atingir a máxima potência durante os movimentos de ataque (PUTNAM, 1993). Dessa forma, um estudo com o objetivo de investigar a possibilidade de assimetria entre a amplitude de movimento das articulações do ombro e quadril, em jogadores de tênis experientes e novatos, observou que os jogadores experientes demonstraram menor amplitude total do complexo do ombro dominante nos movimentos de rotação, e do quadril no movimento de rotação externa (CHANG; LIU; CHANG, 2018). Sendo assim, para evitar desequilíbrios entre o lado dominante e o não dominante, é recomendado a utilização de técnicas de alongamento para o lado com a flexibilidade e mobilidade reduzida, a fim de evitar lesões em potencial (CHANG; LIU; CHANG, 2018).

A utilização do alongamento dinâmico e a combinação do alongamento dinâmico e estático parece melhorar o desempenho em aceleração, velocidade e agilidade no contexto do esporte tênis (KILIT; ARSLAN; SOYLU, 2019). Além disso, a pliometria tem sido empregada para auxiliar nos componentes inerentes exigidos pela modalidade (força explosiva e força rápida) (VRETAROS, 2003). Ou seja, a força resultante do método pliométrico é regida pelo ciclo alongamento-encurtamento que se baseia no acúmulo de energia potencial elástica (KOMI, 1984). Conforme Hamil e Knutzen (1999), se o componente elástico de um determinado grupo muscular for precedido por uma ação excêntrica (pré-alongamento), a ação concêntrica resultante geraria uma força maior.

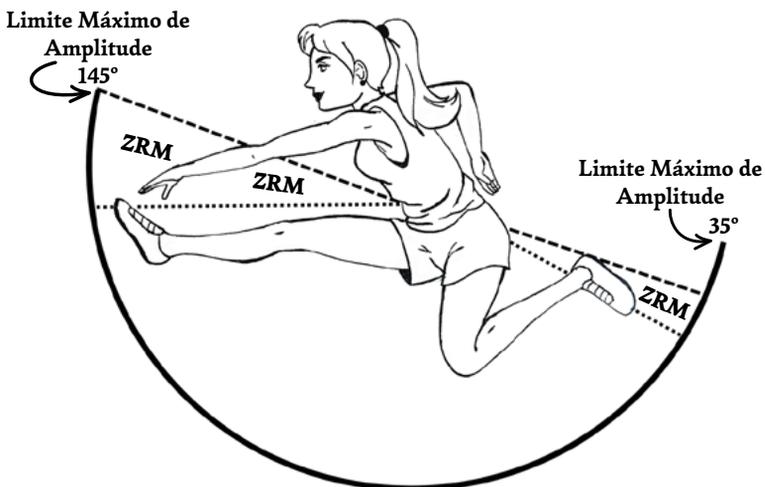
## Flexibilidade na Luta

No caso de lutadores, o alongamento dinâmico e a combinação de alongamento estático e dinâmico aumentam o desempenho em saltos e velocidade (ARI, 2021). No contexto específico de praticantes de Taekwondo, o alongamento balístico, estático e facilitação neuromuscular proprioceptiva melhoraram o desempenho, porém o que melhorou menos foi

o balístico (ALEMANDAROGLU; KOKLU; KOZ, 2017). Uma breve revisão concluiu que, lutadores de *Mixed Martial Arts*, popularmente conhecido como MMA, apresentam alta flexibilidade (SPANIAS *et al.*, 2019). Em revisão sistemática, a meta-análise que analisou a diferença de desempenho entre lutadores greco-romanos e lutadores de luta livre identificou, em análise que compreendeu 20 resultados de flexibilidade referente a seis estudos com um efeito significativo, que reportaram que lutadores de luta livre apresentavam maior flexibilidade do que os lutadores de luta greco-romana (ULUPINAR *et al.*, 2021).

Na Figura 1, adaptada do livro de Dantas (2018), foram abordados aspectos sobre eficiência mecânica, relacionada aos limites máximos de amplitude durante a execução de determinados gestos desportivos. A partir dessa imagem, fica claro que a eficiência mecânica é influenciada pela flexibilidade. Quanto mais próximo da zona de alta resistência, maior será o esforço realizado, o que acarreta maior desgaste energético e perda de leveza no movimento (DANTAS, 2018). Esse é mais um dos fatores que demonstra a importância da flexibilidade durante a execução de gestos desportivos.

Figura 1 – Flexibilidade, gesto desportivo e zona de resistência:  
ZRM - Zona de Alta Resistência do Movimento



Fonte: Autoria de Luciana Gomes Moro, figura adaptada de DANTAS, 2018.

## MÉTODOS DE TREINAMENTO DE FLEXIBILIDADE E SUAS IMPLICAÇÕES EM DIFERENTES CONTEXTOS ESPORTIVOS.

O alongamento se apresenta como um dos principais métodos para melhorar a flexibilidade e comumente encontra-se na rotina de treinamento de atletas de diferentes modalidades, variando os métodos (ativo, passivo, estático, dinâmico, balístico, facilitação neuromuscular proprioceptiva) de acordo com as características e necessidade de cada esporte ou atleta. Por exemplo, em estudo que avaliou atletas de diferentes modalidades, estudantes do curso de Educação Física, o alongamento estático sozinho afetou negativamente o desempenho no salto vertical, porém, ao realizar massagem de três minutos, logo após o alongamento estático, foi identificado aumento da flexibilidade, o que não afetou o desempenho do salto (YILDIZ *et al.*, 2020). Por outro lado, o alongamento dinâmico parece aumentar a performance em sprints e salto contramovimento (GALAZOULAS, 2017), além de mostrar-se efetivo na melhora da ADM, potência muscular, altura do salto vertical e no tempo de corrida (MIZUNO, 2017; PERRIER *et al.*, 2011). A seguir, estudos que utilizaram o treinamento da flexibilidade, por meio do alongamento estático e dinâmico, em modalidades específicas serão apresentados.

Em estudo que utilizou o Método Pilates em jogadores juvenis de futsal foi identificado que os movimentos podem ser executados com maior amplitude, força e fluência pelos atletas que apresentaram maior flexibilidade (BERTOLLA *et al.*, 2007). Ademais, em jogadores semiprofissionais de basquetebol, foi encontrado após um protocolo de alongamento estático redução do desempenho tanto em tiros curtos de corrida de 10 metros, quanto no salto vertical, enquanto após um protocolo de alongamento dinâmico foi observada melhora no desempenho em ambos os testes. Essa evidência corrobora com outras a respeito da importância de saber qual método de alongamento escolher e quais os resultados que se espera obter. Algumas das principais limitações dos estudos relacionados aos tipos de alongamento e desempenho de força são: a discrepância dos procedimentos metodológicos, a duração do alongamento e os tipos de contração muscular avaliadas. Quando não há protocolos semelhantes, fica inviável realizar comparações, haja vista que variáveis como volume e intensidade devem ser consideradas (GALAZOULAS, 2017).

Uma alternativa ao alongamento estático, para auxiliar no ganho de amplitude de movimento de dorsiflexão de tornozelo e na flexão de quadril, pode ser por meio do uso do *foamrolling* (Figura 2). O método consiste no uso do peso corporal para gerar pressão entre o grupo muscular trabalhado e pelo qual o *foamroller* está sendo pressionado e o próprio equipamento. Assim, ocorre a movimentação para frente e para trás visando aumentar a ADM (SMITH *et al.* 2019). Em uma intervenção de curto prazo, pessoas que realizaram duas séries de 10 a 20 repetições de *foamrolling*, em 2 dias diferentes, com intervalo de 48 horas entre eles, aumentaram aproximadamente 11% da amplitude de movimento de dorsiflexão de tornozelo (SOUZA *et al.* 2019).

Outro estudo, de revisão sistemática com meta-análise, que analisou os efeitos a longo prazo na utilização do *foamrolling*, identificou que os ganhos de amplitude de movimento começam a ser significativos após quatro semanas de utilização da técnica (KONRAD *et al.*, 2022). Além disso, os efeitos parecem ser músculo e/ou articulação dependente, visto que os resultados significativos foram encontrados para o quadríceps e isquiotibiais, e não para o tríceps sural (KONRAD *et al.*, 2022). Entretanto, cabe ressaltar que novos estudos sobre o tema são necessários, haja vista que existe na literatura científica atual uma heterogeneidade entre metodologias, o que faz com que não exista consenso sobre uma intervenção ótima sobre pressão, cadência e tempo que a ferramenta deve ser utilizada (WIEHELHOVE *et al.*, 2019).

Figura 2 – Rolo de massagem *foamroller*



Fonte: Acervo dos autores.

Quanto ao alongamento dinâmico, é recomendado realizá-lo anteriormente a atividades esportivas que dependam de uma combinação entre flexibilidade e força explosiva, como um componente do aquecimento (BEHM *et al.*, 2016; PERRIER *et al.*, 2011). Seguindo essa ideia, enquanto o alongamento estático pode demonstrar efeitos negativos sobre o desempenho de saltos em jogadores de voleibol, por exemplo, o alongamento dinâmico pode melhorar o desempenho em saltos, mostrando-se importante componente do aquecimento (ARI *et al.*, 2021). Entretanto, a utilização do *foamrolling* antes do alongamento parece ser favorável em manter o desempenho esportivo, e talvez até aumentar o desempenho, embora inconclusivo (KONRAD *et al.*, 2021).

Cabe ressaltar que não existe um consenso na literatura científica sobre os métodos de alongamento utilizados durante os programas de treinamento, porém sabe-se que os efeitos do alongamento podem ser atribuídos a diversos fatores como grupo muscular, duração e intensidade do alongamento e tipo de contração ou velocidade (BEHM; CHAOUACHI, 2011; BEHM *et al.*, 2016). Além disso, os princípios do treinamento influenciam de maneira única em cada indivíduo, em decorrência de princípios como a individualidade biológica.

## **RELAÇÕES ESTABELECIDAS ENTRE FLEXIBILIDADE E TREINAMENTO DE FORÇA**

O treinamento de força, também conhecido como treinamento resistido ou com pesos, é uma atividade praticada pela população em geral, por meio da qual busca-se melhorar a saúde, a estética, a aptidão física, o desempenho físico para realizar diversas atividades esportivas ou do cotidiano, e a qualidade de vida (SERRADOURADA, 2020). O treinamento de força é considerado uma intervenção de exercício primário, cujo objetivo é desenvolver força muscular e hipertrofia muscular, por meio da combinação de tensão mecânica e estresse metabólico (KRZYSZTOFIK, 2019). Sendo assim, caracteriza-se, como qualquer tipo de exercício contra resistência, que pode ser realizado usando apenas o peso corporal ou o auxílio de cargas externas ou resistência elástica (FLECK; KRAEMER, 2017).

O treinamento de força é recomendado para diferentes grupos populacionais e tem-se popularizado por promover benefícios à aptidão musculoesquelética. Entretanto, a literatura apresenta controvérsias e discussões

em relação ao treinamento de força possibilitar o aumento da flexibilidade (CORREIA *et al.*, 2014; LOPES *et al.*, 2019; LEITE; NONAKA, 2009). Por vezes, o treinamento de força foi, ou ainda é, associado à rigidez muscular, ou à diminuição do grau de flexibilidade, enquanto a flexibilidade é relacionada a benefícios para o treinamento de força, mas, por vezes, também é negligenciada no contexto do treinamento (SERRADOURADA, 2020). As controvérsias em resultados de estudos científicos podem estar associadas aos diferentes procedimentos metodológicos adotados em cada estudo, bem como às características específicas das amostras, que impossibilitam comparabilidades (CORREIA *et al.*, 2014).

Por considerar a importância para a saúde e os mitos que envolvem a flexibilidade e o treinamento de força e por reconhecer que a flexibilidade é um componente essencial em diversos programas de treinamento (EHM, 2005), objetiva-se por meio do presente capítulo apresentar as relações estabelecidas entre ambas variáveis. Assim, a busca contínua por estudos atualizados e novos conhecimentos sobre o efeito combinado entre o treinamento de flexibilidade e o treinamento de força se faz necessária.

Os praticantes de treinamento de força podem obter por meio de diferentes tipos de treinamentos de flexibilidade (ativo, passivo ou métodos de facilitação neuromuscular proprioceptiva) a compreensão dessa capacidade física, o conhecimento das limitações físicas do próprio corpo e o aumento da amplitude de movimento (FLECK; KRAEMER, 2017). Para isso, é essencial que o treinamento de flexibilidade seja adaptado às demandas de cada esporte, atividade física ou objetivo específico, a fim de garantir que o praticante seja capaz de realizar os movimentos com segurança e amplitude (SERRADOURADA, 2020; ALIZADEH *et al.*, 2023). Por isso, há uma série de fatores a serem considerados em relação à flexibilidade, que inclui o tipo de articulação, resistência interna na articulação, temperatura e elasticidade do tecido muscular. Embora, o trabalho alongamento e a flexibilidade sejam elementos fundamentais em determinados programa de condicionamento físico, é importante considerar o tipo de alongamento realizado, o momento em que ele é executado e a recuperação após o exercício, pois esses fatores podem impactar significativamente o desempenho (SERRADOURADA, 2020).

Nesse sentido, para maximizar a eficiência mecânica, a conscientização corporal, o aprimoramento motor e a redução do risco de lesões, é essencial alcançar um equilíbrio harmonioso entre o trabalho de força e flexibilidade. Esse equilíbrio colabora para melhorar a saúde e o desempenho do praticante

(DANTAS, 2005). O treinamento de força geralmente tem como benefício o desenvolvimento de potência, força e/ou resistência muscular, diminuição de gordura corporal e aumento de massa magra. Conseqüentemente, favorece a melhora da aptidão física e da qualidade de vida, por facilitar atividades do cotidiano como, por exemplo, carregar pesos, agachar, subir escadas, entre outros movimentos (FLECK; KRAEMER, 2017).

Organizações de cuidado com a saúde, como o *American College of Cardiology Foundation*, *American Heart Association* e *American College of Physicians* recomendam o treinamento de força (CORNELISSEN *et al.*, 2011; GARBER *et al.*, 2011; MERZ *et al.*, 2009). A *American College of Sports Medicine*, por exemplo, recomenda que sejam realizados pelo menos dois ou três dias por semana de exercícios de força, para os principais grupos musculares.

A força e a flexibilidade são dois componentes importantes da aptidão física (PAULO *et al.*, 2012), entretanto, recomendações específicas para o treinamento de flexibilidade combinado ao treinamento de força não são reportadas. Revisão sistemática com metanálise que sumariza resultados de 55 estudos concluiu que o treinamento resistido com cargas externas pode melhorar a amplitude de movimento, mas que alongamento antes ou após o treinamento resistido pode não ser necessário para aumentar a flexibilidade (ALIZADEH *et al.*, 2023). Achour Júnior (2004) menciona que o treinamento de força melhora a flexibilidade quando os exercícios são realizados com a máxima amplitude de movimento, trabalhando em equilíbrio os músculos agonistas e antagonistas junto com a inclusão do alongamento nos treinamentos de força. Ainda, outro estudo de revisão sistemática com metanálise reportou que exercícios excêntricos melhoram a flexibilidade articular em adultos (DIONG *et al.*, 2022). Em vistas dos resultados reportados pelos diferentes estudos, para as populações específicas, ressalta-se a importância de os programas de exercícios físicos serem modificados de acordo com a atividade física habitual do indivíduo, função física, estado de saúde, respostas ao exercício e metas estabelecidas (GARBER *et al.*, 2011).

Em estudo experimental realizado com um grupo de 10 sujeitos, homens entre 20 a 30 anos de idade com experiência em treinamento de força por pelo menos seis meses, mostrou que ao realizar o teste de sentar de alcançar antes e após a sessão de treinamento de força, os participantes obtiveram aumento significativo no resultado alcançado no teste, após o treinamento de força (DE MOURA; TONON; NASCIMENTO, 2018), sem realizar um treinamento específico de flexibilidade. Estudo realizado por

Lima *et al.*, (2018), que acompanhou o nível de flexibilidade em homens efetivos do exército, média de 18 anos, que praticavam treinamento de força, por meio do Teste Sentar e Alcançar e concluiu que a flexibilidade na amostra avaliada apresentou classificação abaixo da média, com valores ainda menores para os praticantes de treinamento de força a mais de seis meses. Entretanto, em estudo realizado com militares com média de 18 anos de idade, cujo objetivo foi acompanhar a evolução da flexibilidade desses jovens durante o período de trabalho militar obrigatório, observou melhora significativa da força tanto em membro inferior dominante como em não dominante. Mas, o mesmo não aconteceu em relação à flexibilidade 16 semanas após a primeira avaliação, ou seja, não foi observada melhora na flexibilidade após o serviço militar obrigatório (ANHALT *et al.*, 2019).

Além dos estudos citados, um estudo de revisão sistemática com metanálise concluiu que o treinamento de força melhora de maneira significativa a ADM, com exceção do treinamento que utilizou apenas a massa corporal como carga. Ainda, verificou melhoras significativas na ADM por meio do treinamento de força em pessoas “destreinadas e sedentárias” em comparação com as “treinadas ou ativas” (ALIZADEH *et al.*, 2023). Essa diferença provavelmente está relacionada ao nível inicial de flexibilidade, tendo em vista que pessoas treinadas experimentaram aumento devido ao estresse anterior em suas unidades musculotendinosas. Portanto, o potencial de melhora na flexibilidade devido ao treinamento seria reduzido em comparação com aqueles que não foram treinados anteriormente (BEHM, 2018; LIMA; BEHM; BROWN, 2019).

No entanto, pessoas treinadas ainda observaram melhorias significativas na flexibilidade, embora em menor medida do que seus pares que não realizam treinamento (ALIZADEH *et al.*, 2023). Assim, é importante ressaltar que a relação entre flexibilidade e treinamento de força pode variar de acordo com diversos fatores, como o tipo de exercício realizado, a intensidade e a duração do treinamento, bem como as características individuais.

Um dos aspectos que deve ser considerado na interpretação dos resultados de estudos que verificam a relação entre flexibilidade e treinamento de força é o método/instrumento utilizado para avaliação da flexibilidade e a faixa etária dos indivíduos avaliados. Estudos que utilizaram o goniômetro ou o flexímetro na avaliação da flexibilidade verificaram aumentos nos níveis de flexibilidade com o treinamento de força em pelo menos uma articulação. Por outro lado, os estudos que utilizaram o teste de sentar e alcançar apresentaram resultados controversos (CORREIA *et al.*, 2014).

Sabe-se que o teste de sentar e alcançar pode ser influenciado por características antropométricas, o que não ocorre em testes que avaliam ângulo e amplitude de movimento a partir de pontos anatômicos específicos. Ademais, o teste de sentar e alcançar quantifica a flexibilidade de diferentes articulações de maneira simultânea, ou seja, em um único movimento, enquanto o flexímetro e o goniômetro analisam cada articulação de maneira isolada (CORNBLEET, WOOLSEY, 1996). Dessa forma, é possível que os efeitos do treinamento de força sejam evidenciados de diferentes formas, a depender de como a flexibilidade foi avaliada.

Os praticantes de treinamento de força em sua maioria desejam aumentar a massa muscular e muitos fatores podem contribuir para esse processo, que inclui a tensão mecânica, dano muscular e estresse metabólico (SCHOENFELD, 2010). O alongamento, nesse caso, costuma ser prescrito como forma de preparação para a atividade física ou como forma de relaxamento nos momentos que se seguem a um treino. As evidências de que indivíduos praticantes de treinamento de força apresentam níveis satisfatórios de flexibilidade quando comparados a indivíduos não praticantes, podem ser explicados ainda sob a hipótese de que a execução de movimento durante as séries explorando toda sua amplitude durante a execução dos exercícios com carga geram adaptações musculares que levam à, no mínimo, manutenção dos níveis de flexibilidade. Ou seja, o treinamento de força visando hipertrofia muscular não limita a flexibilidade se esse for realizado de forma equilibrada entre músculos agonistas e antagonistas, membros inferiores e superiores com correta amplitude de movimento (MARTINS, 2022). Em resumo, o treinamento de força adequado pode melhorar a flexibilidade, desde que seja realizado de forma adequada e combinado com exercícios específicos de alongamento (ALIZADEH *et al.*, 2023).

Com o objetivo de sumarizar os aspectos envolvendo a flexibilidade em diferentes modalidades esportivas, e para facilitar as aplicações práticas do que foi apresentado, a síntese de recomendações específicas é apresentada na Tabela 1. Essas recomendações são de acordo com o método que se mostrou mais eficaz em manter as capacidades físicas necessárias para desempenhar a modalidade, evitando queda de desempenho. Algumas modalidades esportivas não são abordadas em diferentes intervenções de exercícios de alongamento, impossibilitando a síntese dessas recomendações. Entretanto, deixamos claro que com o avanço das pesquisas científicas explorando os métodos apresentados, essas recomendações podem mudar e, portanto, sugerimos atualizações contínuas. Na Tabela 1 apresentamos alguns exemplos de alongamentos para cada modalidade abordada:

Tabela 1 – Síntese de recomendações de exercícios de alongamento em diferentes modalidades esportivas

Modalidade	Tipo de exercício	Momento	Volume e intensidade	Referência(s)
Basquetebol	Alongamento dinâmico	Após aquecimento, antes do jogo	2x 10 segundos cada músculo ou grupo muscular, iniciando com pouca amplitude e aumentando gradualmente	Galazoulas, 2017
Corrida	Alongamento dinâmico	Após aquecimento, antes da corrida	1x 10 repetições para cada músculo ou grupo muscular, o mais rápido possível	Konrad <i>et al.</i> , 2021
Futebol	Alongamento dinâmico	Após aquecimento, antes do jogo	60 segundos por músculo ou grupo muscular, sendo um ciclo de alongamento a cada dois segundos tentando atingir a maior amplitude	Amiri-Khorasani <i>et al.</i> , 2016
Tênis de Campo/ quadra	Alongamento dinâmico	Após aquecimento, antes do jogo	2x 15 repetições com 30 segundos de intervalo entre séries e 60 segundos de intervalo entre exercícios	Gelen <i>et al.</i> , 2012
Treinamento de força	O próprio treinamento de força	N.A.	Utilizar a amplitude de movimento total	Alizadeh <i>et al.</i> , 2023
Voleibol	Alongamento dinâmico	Após aquecimento, antes do jogo	30 segundos cada músculo ou grupo muscular, com a amplitude do alongamento sendo aumentada gradativamente	Ari <i>et al.</i> , 2021; Kruse <i>et al.</i> , 2015
Ginástica (artística, rítmica, aeróbica e acrobática)	Alongamento estático e dinâmico	Após aquecimento	8 a 10 segundos cada músculo ou grupo muscular, com máxima amplitude em cada movimento. 5% a 20% do treino devem ser reservados para alongamentos	Mcneal, Sands; 2002 Laffranchi, 2001

Fonte: Elaborada pelos autores do capítulo. N.A.: Não aplicável.

## CONCLUSÃO

Conforme abordado neste capítulo, bons níveis de flexibilidade podem ser importantes para melhorar a performance desportiva, a depender do esporte, suas características e necessidades específicas dos atletas. Isso porque, enquanto alguns esportes têm na flexibilidade uma das suas principais capacidades físicas, por exemplo, as ginásticas, em outros o próprio gesto esportivo causa o ganho de flexibilidade necessário para o atleta da modalidade, por exemplo, o futebol. Além disso, diferentes protocolos voltados à melhora da flexibilidade apresentam resultados distintos, o que evidencia a necessidade de uma análise minuciosa anterior à prescrição, para entender quais são as reais necessidades do avaliado e como essa capacidade física pode ou deve ser aprimorada. Ainda que inconcluso, a utilização do *foamrolling* parece ser um método interessante para auxiliar no aumento da flexibilidade, bem como manter, de forma aguda, os níveis de desempenho.

Dessa forma, os diferentes métodos de alongamento demonstram uma aplicabilidade em diferentes momentos, em diferentes níveis atléticos, em diferentes modalidades e principalmente em diferentes efeitos para as diversas capacidades físicas. O direcionamento de cada método é modalidade-específico, conforme apresentado no texto. Assim, é papel do profissional de Educação Física buscar capacitação para entender todas as nuances envolvidas na performance esportiva, bem como nas especificidades e exigências de cada esporte. Cada detalhe fará a diferença para uma prática segura e eficiente, e para o uso ou não do treinamento específico de flexibilidade em cada modalidade.

## REFERÊNCIAS

ACHOUR JÚNIOR, A. **Flexibilidade e alongamento**: saúde e bem-estar. São Paulo, editora: 2004.

ACHOUR, JÚNIOR. A. **Mobilização e alongamento na função musculartoarticular**. Barueri: Manole, 2017. 272 p.

AKTUG, Z. B.; IRI, R.; TOP, E. The Investigation of the Relationship between Children's 50 m Freestyle Swimming Performances and Motor Performances. **Asian J. Educ.**, [s. l.], v. 4, n. 1, 2018.

ALEMDAROĞLU, U.; KÖKLÜ, Y.; KOZ, M. The acute effect of different stretching methods on sprint performance in taekwondo practitioners. **J. Sports Med. Phys. Fitness.**, [s. l.], v. 57, n. 9, p. 1104-1110, 2017.

ALIZADEH, S. *et al.* Resistance training induces improvements in range of motion: A Systematic Review and Meta-analysis. **Sports. Med.**, [s. l.], v. 53, n. 3, p. 707-722, 2023.

AMIRI-KHORASANI, M.; CALLEJA-GONZALEZ, J.; MOGHARABI-MANZARI, M. Acute effect of different combined stretching methods on acceleration and speed in soccer players. **Journal of human kinetics**, [s. l.], v. 50, p. 179, 2016.

ANHALT, R. S. *et al.* Avaliação da força e flexibilidade de homens jovens durante treinamento físico militar obrigatório. **Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, [S.1], v. 10, n. 3, 2019.

ARI, Y. Effects of different stretching methods on speed, jump, flexibility and Upper extremity performance in wrestlers. **Kinesiologia Slovenica**, [s. l.], v. 27, n. 1, p. 162-176, 2021.

ARI, Y. *et al.* Acute Effects of Static and Dynamic Stretching on Jump Performance of Volleyball Players. **Educ. Q. Rev.**, [s. l.], v. 4, n. 3, p. 390-398, 2021.

BASNETT, C. R. *et al.* Ankle dorsiflexion range of motion influences dynamic balance in individuals with chronic ankle instability. **Int. J. Sports Phys. Ther.**, [s. l.], v. 8, p. 121-128, 2013.

BEHM, D. G. *et al.* Effect of acute static stretching on force, balance, reaction time, and movement time. **Med. Sci. Sports Exerc.**, [s. l.], v. 36, p. 1397-1402, 2004.

BEHM, D. G. *et al.* Acute effects of muscle stretching on physical performance, range of motion, and injury incidence in healthy active individuals: a systematic review. **Appl. Physiol. Nutr.** [s. l.], v. 41, n. 1, p. 1-11, 2016.

BEHM, D. G. **A ciência e a fisiologia da flexibilidade e do alongamento**: implicações e aplicações no desempenho esportivo e na saúde. Londres: Routledge Publishers; 2018.

BEHM, D. G.; CHAOUACHI, A. A review of the acute effects of static and dynamic stretching on performance. **Eur. J. Appl. Physiol.**, [s. l.], v. 111, n. 11, p. 2633-2651, 2011.

BEHM, D. G. *et al.* Mechanisms underlying performance impairments following prolonged static stretching without a comprehensive warm-up. **Eur. J. Appl. Physiol.**, [s. l.], v. 121, n. 1, p. 67-94, 2021.

BERTOLLA, F. *et al.* Efeito de um programa de treinamento utilizando o método Pilates® na flexibilidade de atletas juvenis de futsal. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 13, p. 222-226, 2007.

BINI, R. R.; HUME, P. A.; CROFT, J. Cyclists and triathletes have different body positions on the bicycle. **European Journal of Sport Science**, [s. l.], v. 14, n. sup1, p. S109-S115, 2014.

BRITO, A. V. *et al.* Shoulder Torque Production and Muscular Balance after Long and Short Tennis Points. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, [s. l.], v. 19, n. 23, p. 15857, 2022.

BURNETT, A. F. *et al.* Spinal kinematics and trunk muscle activity in cyclists: a comparison between healthy controls and non-specific chronic low back pain subjects—a pilot investigation. **Manual therapy**, v. 9, n. 4, p. 211-219, 2004.

BUSINARI, G. B. *et al.* Chronic Effects of Inter-Set Static Stretching on Morpho functional Outcomes in Recreationally Resistance-Trained Male and Female. **Res Q Exerc Sport.**, [s. l.], v. 1, p. 1-14, 2023.

CABO, C. A.; PARRAÇA, J. A. Comparação da Força e Flexibilidade em jovens atletas femininas- Ginastas versus patinadoras. **e-Motion: Revista de Educación, Motricidad e Investigación**, [s. l.], n. 17, p. 103-122, 2021.

CÉSAR, E. P. *et al.* Comparação de dois protocolos de alongamento para amplitude de movimento e força dinâmica. **Rev. Bras. Med. Esporte**, [s. l.], v. 24, p. 20-25, 2018.

CHANG, B.; LIU, C. C.; CHANG, H. Characteristic of shoulder and hip rotation range of motion in adolescent tennis players. **The Journal of sports medicine and physical fitness**, [s. l.], v. 58, n. 4, p. 450-456, 2016.

CLAPIS, P. A.; DAVIS, S. M.; DAVIS, R. O. Reliability of inclinometer and goniometric measurements of hip extension flexibility using the modified Thomas test. **Physiother. TheoryPract.**, [s. l.], v. 24, n. 2, p. 135-141, 2008.

CORNELISSEN, V. A. *et al.* Impact of resistance training on blood pressure and other cardiovascular risk factors: a meta-analysis of randomized, controlled trials. **Hypertension**, [S.], v. 58, n. 5, p. 950-958, 2011.

CORNBLEET, S. L., WOOLSEY, N. B. Assessment of ham string muscle length in school-aged children using the sit-and-reach test and the inclinometer measure of hip joint angle. **PhysTher** 1996; 76: 850-855

CORREIA, M. A. *et al.* Efeito do treinamento de força na flexibilidade: uma revisão sistemática. **Rev. Bras. Ativ. Fís. Saúde**, Pelotas, v. 19, ed. 1, p. 3-3, 2014.

DA SILVA, L. R. V. *et al.* Avaliação da flexibilidade e análise postural em atletas de ginástica rítmica desportiva flexibilidade e postura na ginástica rítmica e postura na ginástica rítmica. **Rev. Mackenzie Educ. Fís. Esporte**, [s. l.], v. 7, n. 1, 2008.

- DALLAS, G. *et al.* Acute effect of different stretching methods on flexibility and jumping performance in competitive artistic gymnasts. **J. Sports. Med. Phys. Fitness.**, [s. l.], v. 54, n. 6, p. 683-90, 2014.
- DANESHJOO *et al.* Bilateral and unilateral asymmetries of isokinetic strength and flexibility in male young professional soccer players. **J Human Kinet.**, v. 28, n. 36, p. 45-53, 2013.
- DANTAS, E. **Alongamento e flexionamento**. 5. ed. Rio de Janeiro: Shape, 2005.
- DANTAS, E. H. M. **Alongamento e flexionamento**. 6. ed. Barueri: Manole, 2018. 416 p.
- DE MOURA, D. P.; TONON, D. R.; NASCIMENTO, D. F. Efeito agudo do treinamento de força sobre a flexibilidade de membros inferiores. **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício (RBPFEEX)**, [S.l.], v. 12, n. 72, p. 96-100, 2018.
- DIONG, J. *et al.* Eccentric exercise improves joint flexibility in adults: A systematic review update and meta-analysis. **Musculoskeletal Science and Practice.**, v. 60, p. 102556, 2022.
- EHM, D. **Flexibilidade, alongamento e flexionamento**. 5.ed. Rio de Janeiro: Shape, 2005.
- EMRZEOLU, M.; LGER, Z. Comparison of the dynamic balance and speed performance of soccer players playing in different positions. **Turk. Klin. J. Sports Sci.**, [s. l.], v. 12, n. 1, 2020.
- FERREIRA-JÚNIOR, J. B. *et al.* Effects of Static and Dynamic Stretching Performed Before Resistance Training on Muscle Adaptations in Untrained Men. **J Strength Cond Res.**, [s. l.], v. 35, n. 11, p. 3050-3055, 2021.
- FLECK, S. J.; KRAEMER, W. J. **Fundamentos do treinamento de força muscular**. Porto Alegre: Artmed Editora, 2017.
- FLETCHER, J. R.; MACINTOSH, B. R. Running economy from a muscle energetics perspective. **Front. Physiol.**, v. 8, 2017.
- FRANKLIN, B. A. *et al.* **ACSM's guidelines for exercise testing and prescription**. 6th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2000. 368 p.
- FREDERICSON, M.; WOLF, C. Iliotibial band syndrome in runners. **Sports Med.**, [s. l.], v. 35, n. 5, p. 451-459, 2005.
- FRIKHA, M. *et al.* Acute effect of stretching modalities on global coordination and kicking accuracy in 12-13 year-old soccer players. **Hum. Mov. Sci.**, [s. l.], v. 54, p. 63-72, 2017.

GALAZOULAS, C. Acute effects of static and dynamic stretching on the sprint and counter movement jump of basketball players. **J. Phys. Educ. Sport**, [s. l.], v. 17, n. 1, p. 219, 2017.

GARBER, C. E. *et al.* Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. 2011.

GELEN, E. Acute effects of different warm-up methods on sprint, slalom dribbling, and penalty kick performance in soccer players. **J. Strength Cond. Res.**, [s. l.], v. 24, n. 4, p. 950-956, 2010.

GELEN, E. *et al.* Acute effects of static stretching, dynamic exercises, and high volume upper extremity plyometric activity on tennis serve performance. **J. Sports Sci. Med.**, [s. l.], v. 11, n. 4, p. 600, 2012.

HALL, E. A.; DOCHERTY, C. L. Validity of clinical outcome measures to evaluate ankle range of motion during the weight-bearing lunge test. **J. Sci. Med. Sport**. [s. l.], v. 20, n. 7, p. 618-621, 2017.

HAMILL, J.; KNUTZEN, K. M. **Bases biomecânicas do movimento humano**. São Paulo: Manole, 2008.

HAN, J. S. *et al.* Epidemiology of figure skating injuries: a review of the literature. **Sports health**, v. 10, n. 6, p. 532-537, 2018.

HILL, L.; MOUNTJOY, M.; MILLER, J. Non-shoulder injuries in swimming: a systematic review. **Clinical journal of sport medicine**, [s. l.], v. 32, n. 3, p. 256-264, 2022.

HOCH, M. C. *et al.* Dorsiflexion range of motion significantly influences dynamic balance. **J. Sci. Med. Sport**, [s. l.], v. 14, n. 1, p. 90-92, 2011.

HOLLIDAY, W.; SWART, J. Performance variables associated with bicycle configuration and flexibility. **Journal of Science and Medicine in Sport**, [s. l.], v. 24, n. 3, p. 312-317, 2021a.

HOLLIDAY, W.; SWART, J. Anthropometrics, flexibility and training history as determinants for bicycle configuration. **Sports Medicine and Health Science**, [s. l.], v. 3, n. 2, p. 93-100, 2021b.

HUANG, S. *et al.* Acute Effects of Soleus Stretching on Ankle Flexibility, Dynamic Balance and Speed Performances in Soccer Players. **Biology**, [s. l.], v. 11, n. 3, p. 374, 2022.

KENDALL, F. **Músculos: provas e funções**. Barueri: Manole, 2007. 556 p.

KILIT, B.; ARSLAN, E.; SOYLU, Y. Effects of different stretching methods on speed and agility performance in Young tennis players. **Sci Sports**, [s. l.], v. 34, n. 5, p. 313-20, 2019.

KOMI, PAAVO V. Physiological and biomechanical correlates of muscle function: effects of muscle structure and stretch—shortening cycle on force and speed. **Exercise and sport sciences reviews**, v. 12, n. 1, p. 81-122, 1984.

KONRAD, A. *et al.* The Accumulated Effects of Foam Rolling Combined with Stretching on Range of Motion and Physical Performance: A Systematic Review and Meta-Analysis. **J. Sports. Sci. Med.**, [s. l.], v. 20, n. 3, p. 535-545, 2021.

KONRAD, A. *et al.* The impact of a single stretching session on running performance and running economy: a scoping review. **Front. in Physiol.**, [s. l.], v. 11, p. 1768, 2021.

KONRAD, A. *et al.* Foam Rolling Training Effects on Range of Motion: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Sports Med.**, [s. l.], v. 52, n. 10, p. 2523-2535, 2022.

KOTLER, D. H. *et al.* Prevention, Evaluation, and Rehabilitation of Cycling-Related Injury. **Curr. Sports Med. Rep.**, [s. l.], v. 15, n. 3, p. 199-206, 2016.

KRUSE, N. T. *et al.* Effect of different stretching strategies on the kinetics of vertical jumping in female volleyball athletes. **J. Sport Health Sci.**, [s. l.], v. 4, n. 4, p. 364-370, 2015.

KRZYSZTOFIK, M. *et al.* Maximizing Muscle Hypertrophy: A systematic review of advanced resistance training techniques and methods. **Int. J. Environ. Res. Public Health**, [s. l.], v. 16, n. 24, p. 4897, 2019.

LAFFRANCHI, Bárbara. **Treinamento desportivo aplicado à ginástica rítmica**. Unopar, 2001.

LEITE, R. C.; NONAKA, P. N. Análise da influência do treinamento de flexibilidade sobre a força muscular em indivíduo jovem sedentário-estudo de caso. **RBPPEX-Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, v. 3, n. 15, 2009.

LIMA, W. D. S. *et al.* Nível de flexibilidade em adolescentes praticantes de treino de força. **Motricidade**, [S.], v. 14, n. 1, p. 240-244, 2018.

LIMA, C. D. R., BEHM, D. G., BROWN, L. E. Efeitos agudos do alongamento na flexibilidade e no desempenho: uma revisão narrativa. **J Sci Sport Exerc**. 2019; 1 :29-37. doi: 10.1007/s42978-019-0011-x.

LOPES, C. *et al.* Alongamento estático de alta intensidade não afeta o volume absoluto de uma sessão de treinamento de força para o peitoral maior e deltoide anterior. **Rev. Bras. Ciênc. Mov.**, v. 27, n. 2, p. 55-63, 2019.

MANSKE, R. *et al.* Glenohumeral motion deficits: friend or foe?. **International Journal of Sports Physical Therapy**, [s. l.], v. 8, n. 5, p. 537, 2013.

MARCHETTI, P. *et al.* Different volumes and intensities of static stretching affect the range of motion and muscle force output in well-trained subjects. **Sports Biomech.**, [s. l.], v. 21, n. 2, p. 155-164, 2022.

MARTINS, S. R. J. Treinamento de flexibilidade associado ao treinamento de força e sua relação com a hipertrofia muscular. 2022.

MATTHEWS M. J., *et al.* The effects of swimming fatigue on shoulder strength, range of motion, joint control, and performance in swimmers. **Physical Therapy in Sport.**, v. 23, p. 118-122, 2017.

MERZ, C. N. B. *et al.* ACCF/AHA/ACP 2009 competence and training statement: a curriculum on prevention of cardiovascular disease: a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association/American College of Physicians Task Force on Competence and Training (Writing Committee to Develop a Competence and Training Statement on Prevention of Cardiovascular Disease). **Circulation**, [S.l.], v. 120, n. 13, 2009.

MIZUNO, T. Changes in joint range of motion and muscle-tendon unit stiffness after varying amounts of dynamic stretching. **J. Sports Sci.**, [s. l.], v. 35, n. 21, p. 2157-2163, 2017.

MCNEAL, J.; SANDS, B. Managing training time. Disponível em: <<http://www2.usa-gym-nastics.org/publications/technique/2002/6/managetrainingtime.html>>. Acesso em: 11 de janeiro de 2024.

MUYOR, J. M.; LÓPEZ-MIÑARRO, P. A.; ALACID, F. Spinal posture of thoracic and lumbar spine and pelvic tilt in highly trained cyclists. **Journal of sports science & medicine**, [s. l.], v. 10, n. 2, p. 355, 2011.

MYER, G. D. *et al.* Sport specialization, part I: does early sports specialization increase negative outcomes and reduce the opportunity for success in young athletes?. **Sports health**, [s. l.], v. 7, n. 5, p. 437-442, 2015.

NIKOLAIDIS, P. T., ROSEMAN, T. J., KNECHTLE, B. Force-Velocity Characteristics, Muscle Strength, and Flexibility in Female Recreational Marathon Runners. **Front Physiol**, v. 9, p. 1563, 2018.

NORBERTO, M. *et al.* Relações entre flexibilidade de membros inferiores e índice de lesões em modalidades de resistência. **Rev. Bras. Ciênc. Esporte**, Ribeirão Preto, v. 41, p. 290-297, 2019.

OCARINO, J. M. *et al.* Normative data for hip strength, flexibility and stiffness in male soccer athletes and effect of age and limb dominance. **Physical Therapy in Sport**, v. 47, p. 53-58, 2021.

ORTEGA, D. R. El patinaje artístico libre individual sobre ruedas: la ejecución técnica y la condición física. **EFDportes.com, Revista Digital**, Buenos Aires, año 17, n. 169, 2012.

PANOUSAKPOULOS, V. *et al.* The Ankle Joint Range of Motion and Its Effect on Squat Jump Performance with and without Arm Swing in Adolescent Female Volleyball Players. **J Funct Morphol Kinesiol.**, [s. l.], v. 6, n. 1, 2021.

PARADISIS, G. P. *et al.* Effects of static and dynamic stretching on sprint and jump performance in boys and girls. **J. Strength Cond. Res.**, [s. l.], v. 28, n. 1, p. 154-160, 2014.

PAULO, A. C. *et al.* Efeito agudo dos exercícios de flexibilidade no desempenho de força máxima e resistência de força de membros inferiores e superiores. **Motriz: Revista de Educação Física**, [S.l.], v. 18, n. 2, p. 345-355, 2012.

PERRIER, E. *et al.* The acute effects of a warm-up including static and dynamic stretching on counter movement jump height, reaction time, and flexibility. **J. Strength Cond. Res.**, [s. l.], v. 25, n. 7, p. 1925-1931, 2011.

PINO-ORTEGA, J. *et al.* Training design, performance analysis, and talent identification - A systematic review about the most relevant variable through the principal component analysis in Soccer, Basketball, and Rugby. **Int. J. Environ. Res. Public Health**, [s.l.], v. 18, n. 5, p. 2642, 2021.

PLATONOV, V. *et al.* **Tratado geral de treinamento desportivo**. São Paulo: Phorte, 2008. 415-427 p.

PUTNAM, C. A. Sequential motions of body segments in striking and throwing skills: descriptions and explanations. **Journal of biomechanics**, [s. l.], v. 26, p. 125-135, 1993.

RABIN, A.; PORTNOY, S.; KOZOL, Z. The association of ankle dorsiflexion range of motion with hip and knee kinematics during the lateral step-down test. **J. Orthop. Sports Phys. Ther.**, [s. l.], v. 46, n. 11, p. 1002-1009, 2016.

RAMIREZ-CAMPILLO R. *et al.* Effects of Plyometric Jump Training on Vertical Jump Height of Volleyball Players: A Systematic Review with Meta-Analysis of Randomized-Controlled Trial. **Journal of Sports Science & Medicine**, v. 19, n. 3, p. 489-499, 2020.

ROKAYA, A. *et al.* Relationship between dynamic balance and agility in trained soccer players - A correlational study. **Int. J. Sci. Res. Publ.**, [s. l.], v. 11, p. 127, 2021.

- SANDS, William A. et al. Stretching the spines of gymnasts: a review. **Sports Medicine**, v. 46, p. 315-327, 2016.
- SHIMOJO, H. et al. Does ankle joint flexibility affect underwater kicking efficiency and three-dimensional kinematics? **Journal of Sports Sciences**, [s. l.], v. 37, n. 20, p. 2339-2346, 2019.
- SILVA, A. F. et al. Integrated analysis of young swimmers' sprint performance. **Motor Control**, [s. l.], v. 23, n. 3, p. 354-364, 2019.
- SIMENZ, C. J.; DUGAN, C. A.; EBBEN, W. P. Strengt hand conditioning practices of National Basketball Association strength and conditioning coaches. **J. Strength Cond. Res.**, [s. l.], v. 19, n. 3, p. 495-504, 2005.
- SCHOENFELD, B. J. The mechanisms of muscle hypertrophy and their application to resistance training. **J. Strength Cond. Res.**, [s. l.], v. 24, n. 10, p. 2857-2872, 2010.
- SERRADOURADA, M. M. R. **A relação entre o treinamento de força e a flexibilidade**. 2020. Disponível em: <<https://repositorio.pucgoias.edu.br/jspui/bitstream/123456789/570/1/MONOGRAFIA-FINAL.pdf>>. Acesso em 27 de abril de 2023.
- SOUZA, A. et al. Acute effect of two self-myofascial release protocolos on hip and ankle range of motion. **J Sport Rehabil**, [S. I.], v. 28, n. 2, p. 158-164, 2019.
- SPANIAS, C. et al. Anthropometric and physiological profile of mixed martial art athletes: A brief review. **Sports**, v. 7, n. 6, p. 146, 2019.
- SPRAGUE, A. et al. Modifiable Risk Factors for Patellar Tendinopathy in Athletes: A Systematic Review and Meta-analysis. **Br. J. Sports Med.**, [s. l.], v. 52, n. 24, p. 1575-1585, 2018.
- SMITH, J. C. et al. Effects of static stretching and foam rolling on ankle dorsiflexion range of motion. **Med. Sci. Sports Exerc.**, [s. l.], v. 51, n. 8, p. 1752-1758, 2019.
- SRIKANTHAN, P.; HORWICH, T. B.; TSENG, C. H. Relation of Muscle Mass and Fat Mass to Cardiovascular Disease Mortality. **Am J Card**, [s. l.], v. 117, n. 8, p. 1355-1360, 2016.
- TAKEUCHI, K. et al. Effects of Speed and Amplitude of Dynamic Stretching on the Flexibility and Strength of the Ham strings. **J Sports Sci Med.**, [s. l.], v. 21, n. 4, p. 608-615, 2022.
- ULUPINAR, S. et al. performance differences between greco-roman and freestyle wrestlers: A systematic review and meta-analysis. **Journal of strength and conditioning research**, v. 35, n. 11, p. 3270-3279, 2021.

VRETAROS, A. Considerações acerca da prescrição de exercícios pliométricos no tênis de campo. **Revista Digital. ano**, v. 8, 2003.

ZHAO, W.; WANG, C.; HOU, L. Roller Skating Promotes the Physical Health of Children and Adolescents: A Systematic Review and Meta analysis. 2020.

WANIVENHAUS, F. *et al.* Epidemiology of injuries and prevention strategies in competitive swimmers. **Sports health**, [s. l.], v. 4, n. 3, p. 246-251, 2012.

WIEWELHOVE, T. *et al.* Uma meta-análise dos efeitos do rolamento de espuma no desempenho e na recuperação. **Fronteiras em fisiologia**, [s.l], p. 376, 2019.

YILDIZ, S. *et al.* Acute effects of static stretching and massage on flexibility and jumping performance. **JMNI**, [s. l.], v. 20, n. 4, p. 498, 2020.

# RELAÇÃO ENTRE HORMÔNIOS E FLEXIBILIDADE

*Gabriela Buzatti Cassanego<sup>1</sup>*

## INTRODUÇÃO

A flexibilidade trata-se de uma capacidade física e como tal é passível de modificação através do treinamento. Comumente, o treinamento acontece através de um estímulo mecânico que devido à tensão exercida induz a uma resposta metabólica adaptativa, chamada mecanotransdução. Em posse desse conhecimento, faz-se necessário investigar se, de forma endógena, alterações metabólicas, principalmente nos níveis hormonais, podem induzir adaptações, sejam elas positivas ou negativas de forma inerente ao estímulo mecânico (HORNBERGER *et al.*, 2004; HORNBERGER *et al.*, 2006).

Níveis adequados de flexibilidade são necessários para a realização de atividades da vida diária como, por exemplo, levantar-se de uma cadeira ou pegar um papel caído no chão, de modo que a flexibilidade auxilia na manutenção da independência do indivíduo (DANTAS, 1999; HEYWARD, 2013). Ademais, o treinamento da flexibilidade pode ser visto como uma ação preventiva, por contribuir em diversos tratamentos, ou como uma ação terapêutica (WITVROUW *et al.*, 2004). A atividade física desempenha papel fundamental em programas mundiais de promoção de saúde, com incentivos à realização de sua prática em academias, clubes ou ao ar livre (BRASIL, 2021). Nesse contexto, programas de treinamento da flexibilidade também podem contribuir com a redução de comportamentos sedentários e aumento da atividade física, a fim de promover a saúde e prevenir doenças (BRASIL, 2021).

---

<sup>1</sup> Farmacêutica a pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), especialista em análises clínicas pela Universidade Franciscana e mestrado no programa de pós-graduação em ciências farmacêuticas pela UFSM. E-mail: gabrielacassanego@gmail.com

É importante ressaltar que o grau de flexibilidade sofre influência de diversos fatores, como o sexo, a idade, a capacidade dos tendões, das estruturas articulares, o estado de alongamento e relaxamento muscular, nível de treinamento e de força muscular (GOBBI *et al.*, 2005).

Os hormônios são responsáveis pela comunicação integrada de diversos sistemas fisiológicos responsáveis pela modulação do crescimento e desenvolvimento celular (KRAEMER *et al.*, 2020). Os níveis hormonais variam ao longo da vida de um indivíduo, e o exercício físico também pode afetar a homeostase hormonal (ERNESTO, 2021). Assim, é possível dizer que o impacto da modulação hormonal pode ser um dos vários mecanismos pelos quais o exercício físico e a flexibilidade se apresentam de forma diferente ao longo de distintos períodos da vida de um mesmo indivíduo, bem como entre os indivíduos. Temática que será abordada ao longo deste capítulo.

## **DIFERENÇAS HORMONAIS ENTRE HOMENS E MULHERES E A FLEXIBILIDADE**

A diferença hormonal entre homens e mulheres é um dos fatores relacionados à diferença de flexibilidade entre os sexos. A testosterona é o hormônio sexual masculino predominante, sendo responsável pelas características masculinas; seu aumento, principalmente durante a puberdade, está relacionado ao desenvolvimento de massa muscular, bem como da força (KRAEMER *et al.*, 2005). Por outro lado, nas mulheres, predominam os hormônios ovarianos, a progesterona, relacionada à preparação final do útero para a gravidez e das mamas para a lactação, e o estradiol, responsável por grande parte das características físicas femininas (GUYTON, 2017).

O estrogênio, com concentração maior no sexo feminino, pode influenciar a flexibilidade (ERNESTO, 2021). Esse hormônio é responsável pelo menor desenvolvimento de massa muscular, maior acúmulo de água e polissacarídeos, o que resultaria na diminuição do atrito entre as fibras musculares, diminuição da tensão muscular e consequentemente aumento da flexibilidade (LEE, 2013; MALTAIS, 2009; CANGUSSU, 2012).

## ALTERAÇÕES HORMONAIS DURANTE O CICLO MENSTRUAL E A FLEXIBILIDADE

A base para este ciclo é a relação entre o hipotálamo, a glândula pituitária e os ovários. Durante o curso deste ciclo, os níveis absolutos de estrogênio e progesterona e a proporção dessas concentrações de hormônios mudam ao longo da duração média do ciclo de 28 dias (WOJTYS *et al.*, 1998).

O ciclo menstrual dura em média 28 dias, podendo variar entre 20 e 45 dias. É dividido em três fases distintas, folicular, ovulatória e lútea. A fase folicular inicia-se no primeiro dia da menstruação e dura entre nove e 23 dias. A fase ovulatória pode durar até três dias e a fase lútea vai do fim da ovulação até o início do fluxo menstrual. Cada uma dessas fases caracteriza-se por um número específico de dias e por perfis específicos de concentrações séricas dos hormônios sexuais. Na fase folicular e ovulatória, grandes quantidades de estrogênio são secretadas, enquanto na fase lútea ocorre o predomínio de progesterona, e em menor grau do estradiol (WOJTYS *et al.*, 1998; FRIDÉN *et al.* 2003).

A fase lútea caracteriza-se pelo aumento acentuado dos níveis séricos de progesterona, alcançando o seu pico máximo logo após a ovulação, sendo responsável pelo aumento da temperatura corporal basal observada nessa fase. Os níveis de relaxina também aumentam na metade dessa fase. Simultaneamente, o estrogênio sérico volta a aumentar nessa fase, após redução importante durante a ovulação. Nos últimos dias do ciclo, os níveis de progesterona e estrogênio caem, provocando o início do fluxo menstrual e um novo ciclo se repete (WOJTYS *et al.*, 1998; FRIDÉN *et al.* 2003).

Estrogênio, progesterona e relaxina afetam muitos tecidos, o estrogênio afeta a força dos tecidos moles, a função muscular e o sistema nervoso central. A progesterona pode atuar no sistema nervoso central, e a relaxina pode diminuir drasticamente a tensão de colágeno. Curiosamente, na mulher o ciclo menstrual representa uma série de interações complexas entre esses hormônios, e tais interações podem desempenhar um papel na suscetibilidade das mulheres, ocasionando a perda da força e da flexibilidade, além do aumento do risco de lesões (WOJTYS *et al.*, 1998).

Corroborando com esse achado, uma pesquisa sobre ciclo menstrual e lesão do ligamento cruzado em atletas identificou que a relaxina

pode aumentar a frouxidão dos tecidos durante a fase ovulatória do ciclo menstrual quando sua concentração está elevada no 12º, chegando ao auge no 14º dia do ciclo. No meio da fase lútea o aumento se repete, ocorrendo modificações hormonais capazes de causar alterações físicas e metabólicas na mobilidade articular ou da frouxidão ligamentar (WOJTYS *et al.*, 1998).

Objetivando investigar a existência de diferenças no grau de flexibilidade nas fases do ciclo menstrual de mulheres praticantes de ginástica em academia, estudo experimental avaliou a flexibilidade de 20 mulheres com idade de 18 a 35 anos ( $25,8 \pm 6,06$ ), com o ciclo menstrual regular (28 até 32 dias) e que não faziam uso de anticoncepcional oral. A flexibilidade foi aferida utilizando o goniômetro universal, sendo coletados os dados de oito movimentos; das articulações do ombro, cotovelo, quadril, joelho e coluna lombar nas três fases do ciclo. Além da massa corporal e análises de estrona, estradiol e progesterona. Os resultados deste estudo mostraram que as três fases do ciclo menstrual provavelmente não influenciaram a flexibilidade no grupo estudado por não apresentarem diferenças significativas entre elas (MELEGARIO *et al.*, 2006).

Entretanto, estudo realizado por Bisi *et al.* (2009) analisou se a flexibilidade sofre alteração durante o ciclo menstrual em atletas que faziam uso de anticoncepcional, por um período mínimo de seis meses. A amostra foi constituída por 10 atletas de handebol, com idades entre 17 e 23 anos ( $19,3 \pm 2,45$ ). Foram utilizados os métodos banco de Wells e flexômetro para a mensuração da flexibilidade. Foram realizadas duas sessões para avaliação, uma na fase ovulatória (menstrual) e uma na fase anovulatória. Embora a mensuração através do banco de Wells não tenha demonstrado diferenças significativas entre as fases, a mensuração pelo flexômetro apresenta um decréscimo significativo da flexibilidade na fase ovulatória do ciclo menstrual. Além disso, foi verificada maior capacidade de execução de exercícios de flexibilidade na fase anovulatória, que pode estar relacionado ao aumento da temperatura corporal basal em função da concentração de progesterona aumentada e/ou da extensibilidade dos tecidos moles decorrente do incremento nos níveis de relaxina durante a fase anovulatória.

Com o objetivo de verificar a influência das diferentes fases do ciclo menstrual na flexibilidade, mulheres jovens foram divididas em grupo controle (n=24), que fazia uso regular de anticoncepcional e grupo experimental (n=20) que não utilizavam anticoncepcionais. Ambos submetidos a

três dias de avaliações, uma em cada fase do ciclo menstrual (folicular, ovulatória e lútea), que incluiu avaliação da composição corporal (percentual de gordura e massa magra) e da flexibilidade, mensurada através do teste de sentar e alcançar no banco de Wells. Os resultados do estudo também não apresentaram diferenças significativas entre os grupos nas diferentes fases do ciclo. O que mostra que independente do uso de anticoncepcionais hormonais as diferentes fases do ciclo menstrual não interferem na flexibilidade de mulheres jovens (TEIXEIRA *et al.*, 2012).

Em outro estudo de intervenção, 12 mulheres com idade média de  $20,6 \pm 3,7$  anos, que faziam uso de anticoncepcional oral há no mínimo seis meses foram avaliadas. As participantes foram divididas em dois grupos: grupo treinado, que realizava exercícios de flexibilidade há no mínimo seis meses e grupo iniciante, sedentárias há no mínimo seis meses. O teste do banco de Wells foi aplicado ao longo de dois ciclos menstruais completos (seguindo todas as fases do ciclo) de cada voluntária. O estudo concluiu que mulheres que realizavam exercícios de flexibilidade apresentaram maior desempenho físico do que as mulheres sedentárias. Porém, não foram encontradas diferenças significativas de desempenho em flexibilidade entre as fases de dois ciclos menstruais completos para mulheres treinadas e sedentárias, bem como no desempenho entre fases iguais desses dois ciclos menstruais (RIBEIRO *et al.*, 2020).

Estudo experimental recrutou 22 mulheres saudáveis para investigar detalhes das mudanças na flexibilidade e força muscular dos isquiotibiais durante o ciclo menstrual e a relação entre ambas capacidades físicas. O grupo controle do presente estudo foi formado por oito homens saudáveis que não praticam exercícios regulares. A hipótese é que tenha um aumento na amplitude de movimento (ADM) causado pelo aumento do estrogênio durante a ovulação diminuindo a rigidez passiva, que por sua vez diminui a força muscular isométrica. Os resultados revelaram que a ADM aumentou nas fases de ovulação e lútea em comparação com a fase folicular. Além disso, embora a rigidez passiva tenha diminuído durante a fase ovulatória em comparação com a fase folicular, a força muscular não mudou, sugerindo que é improvável que a rigidez passiva diminuída durante o ciclo menstrual reduza o desempenho do exercício (MIYAZAKI; MAEDA, 2022). O Quadro 1 elucida a relação entre alterações hormonais e a flexibilidade, durante o ciclo menstrual feminino, conforme reporta a literatura.

Quadro 1 – Alterações hormonais durante o ciclo menstrual feminino e a relação com a flexibilidade

Fase folicular (do dia 1 ao dia 14)	Fase lútea (do dia 14 ao dia 21)
Aumento nos níveis de estrogênio (WOJTYS <i>et al.</i> , 1998; FRIDÉN <i>et al.</i> , 2003).	Aumento nos níveis de progesterona e estradiol, com forte influência da relaxina nesse período (WOJTYS <i>et al.</i> , 1998; FRIDÉN <i>et al.</i> , 2003).
Decréscimo da temperatura corporal (WOJTYS <i>et al.</i> , 1998; FRIDÉN <i>et al.</i> , 2003).	Aumento da temperatura corporal (WOJTYS <i>et al.</i> , 1998; FRIDÉN <i>et al.</i> , 2003).
Decréscimo da flexibilidade na fase ovulatória (BISI, 2009).	Aumento da ADM (MIYAZAKI; MAEDA, 2022)
	Aumento da mobilidade ou frouxidão ligamentar (WOJTYS <i>et al.</i> , 1998).

\*Os demais estudos supracitados não demonstraram diferença significativa entre as fases.

## ALTERAÇÕES HORMONAIS NA GESTAÇÃO E OS EFEITOS NA FLEXIBILIDADE

A gestação é um processo fisiológico natural que provoca várias modificações no organismo materno a partir do momento da fertilização (VEIGA, 2021). Essas alterações são decorrentes das ações hormonais derivadas do desenvolvimento do corpo lúteo, da placenta e também do crescimento uterino (MANN *et al.*, 2008). Em estudo com ratos Sprague-Dawley fêmeas, tratadas com progesterona, doses crescentes de relaxina humana (hRlxG2) e/ou estrogênio (benzoato de estradiol) foi observado que a relaxina diminui a tensão dos tecidos moles, e a sua taxa varia conforme as fases do ciclo menstrual, apresentando significativo aumento pelo estrogênio e diminuição pela progesterona. Esse estudo sugere que a relaxina pode desempenhar papel fundamental na regulação da função da matriz extracelular nas propriedades dinâmicas e mecânicas da sínfise púbica durante a gravidez, isso decorrente da degradação do colágeno (SAMUEL *et al.*, 1996; RIBEIRO, 2013; SIMÃO, 2015).

Durante a gestação ocorre um aumento nos níveis do hormônio relaxina, que gera alteração na rigidez tendínea e da cartilagem articular. Tendões, ligamentos e fâscias correspondem à faixa entre 10,5 a 40,0% da resistência

total ao movimento de extensão do tecido conjuntivo, e alterações em sua capacidade extensível tendem a induzir maiores amplitudes de movimento (PLATONOV, 2000). Em linhas gerais, a sínfise púbica e a articulação do quadril parecem sofrer maior influência desse hormônio. O que em testes de flexibilidade de musculaturas que envolvam essas articulações pode gerar alteração nos resultados (DEHGHAN *et al.* 2014). Faz-se também necessário observar a intensidade dos exercícios de alongamentos constituintes de um programa de treinamento de flexibilidade durante a gestação, uma vez que diminuições na capacidade extensível tendínea e cartilaginosa podem “mascarar” o nível máximo de extensibilidade da musculatura envolvida no movimento, expondo a intensidades exacerbadas e risco aumentado de lesões por diminuição da resposta miotática dos órgãos tendinosos de golgi (DEHGHAN *et al.*, 2014).

Como mencionado anteriormente, as alterações hormonais provocam maior flexibilidade e extensibilidade das articulações (RIBEIRO, 2013). A elevação dos níveis séricos do hormônio relaxina leva ao aumento da mobilidade dos ligamentos das articulações pélvicas, uma vez que isso faz-se necessário para que ocorra o movimento de natação, que permitirá a correta passagem do feto durante o parto. Porém temos também como resultado dessa alteração causada pelo hormônio relaxina o aumento nos níveis de instabilidade articular, o que pode predispor a lesões (GAZANEO; OLIVEIRA, 1998; SIMÃO, 2015).

## **IDADE E FLEXIBILIDADE**

Ao longo da vida, o nível da flexibilidade, principalmente, na região lombar e do quadril tende a diminuir. Essa diminuição está relacionada ao processo de envelhecimento, sendo o principal fator a deficiência de colágeno que leva ao decréscimo da elasticidade muscular, a degeneração da cartilagem, dos ligamentos, tendões, fluido sinovial e dos músculos (PETREÇA *et al.*, 2011).

O envelhecimento conduz a uma perda progressiva de aptidões físicas, aumentando o sedentarismo, interferindo nas atividades de vida diária e aumentando a vulnerabilidade em relação à saúde. O decréscimo dos hormônios ao longo da vida e sua relação com a flexibilidade por se tratar de uma valência física é passível de treinamento específico, o que tende a diminuir o efeito negativo causado pelo avanço da idade e consequentes alterações hormonais (ALVES *et al.*, 2004; ARAUJO, 2014; CRUZ, 2015).

Estudo com 32 participantes do sexo feminino com idade entre 60 e 80 anos, visando melhorar a flexibilidade, verificou que não houve alterações nos níveis de flexibilidade, após a inclusão de um programa de treinamento de alongamento, que consistiu em um conjunto de atividades físicas regulares com duração de 58 semanas, com frequência de três vezes por semana. Como a qualidade de vida e a independência funcional do indivíduo idoso estão vinculadas à força muscular e à flexibilidade corporal, por ajudarem a evitar quedas e lesões musculoesqueléticas. Mais estudos devem ser realizados, a fim de descobrir se a ausência de melhora na flexibilidade de indivíduos em um programa de treinamento está relacionada ao decréscimo hormonal (REBELATTO *et al.*, 2006).

Apesar da idade se mostrar um fator que influencia na flexibilidade, estudos recentes demonstram que a reposição hormonal pode ser uma aliada para reverter o decréscimo da flexibilidade. O estudo de Bonganha (2023), realizado com 13 mulheres com média de idade de  $51,9 \pm 4,5$  anos, foi dividido em grupos com terapia de reposição hormonal (CTRH) e sem terapia de reposição hormonal (STRH), sendo a flexibilidade avaliada por meio do Banco de Wells, método linear, e flexímetro em diferentes articulações, método angular. Os resultados mostram que a terapia hormonal foi eficiente na melhora da flexibilidade na maioria das articulações, porém alguns resultados não foram estatisticamente significativos. Entretanto, o grupo CTRH mostrou-se mais flexível desde o início do programa, o que nos remete à ideia de que a terapia de reposição hormonal pode proteger as mulheres da perda de flexibilidade decorrente do processo da menopausa associada ao envelhecimento.

## CONCLUSÃO

Podemos concluir que alterações hormonais podem, em situações pontuais, exercer influência sobre os níveis de flexibilidade, seja de forma direta ou indireta. A grande diferença dos hormônios predominantes em cada sexo e a relação dos hormônios com a força e o acúmulo de líquido nas articulações pode influenciar a flexibilidade, tanto para seu aumento quanto para a perda dessa qualidade física.

Em específico para o sexo feminino, é possível analisar, por meio dos estudos apresentados no presente capítulo, que as diferentes fases do ciclo

menstrual não alteram de forma significativa a flexibilidade. Por outro lado, durante a gestação ocorrem grandes mudanças hormonais. Nessa fase ocorre uma relação direta com a flexibilidade, pois o aumento da produção de relaxina está ligada ao aumento da frouxidão ligamentar e a maior flexibilidade das gestantes. Em relação à idade, cabe ressaltar que ocorre uma redução na produção hormonal em ambos os sexos ao longo da vida, e a prática de atividade física influencia o grau de flexibilidade do indivíduo.

Assim, as diferenças na fisiologia hormonal de homens e mulheres, o ciclo menstrual, o período gestacional e as alterações geradas no corpo, a idade e o tempo de prática de atividade física devem ser considerados para avaliar o parâmetro de flexibilidade. Considerar esses pontos é importante para a prescrição correta de exercícios, com objetivo de prevenção de lesões, fortalecendo o alongamento muscular, articular e ligamentar.

## REFERÊNCIAS

ACHOUR JÚNIOR, A. **Flexibilidade e alongamento**: saúde e bem-estar, 2.ed. Barueri: Manole, jan, 2009. 326 p.

ALVES, R. V. *et al.* Aptidão física relacionada à saúde de idosos: influência da hidroginástica. **Rev. Bras. Med. Esporte.**, [s. l.], v.10, n.1, p.31-37, fev. 2004.

ARAÚJO, C. G. S. Avaliação da flexibilidade: valores normativos do flexiteste dos 5 aos 91 anos de idade. **Arq. Bras. Cardiol.**, [s. l.], v. 90, n. 4, p. 280-287, abr. 2008.

BONGANHA, V. *et al.* Influência da terapia de reposição hormonal sobre a flexibilidade em mulheres menopausadas. Programa de Pós-Graduação FEF-UNICAMP, 2023.

BISI, F. B. *et al.* Influência do ciclo menstrual na flexibilidade de atletas que utilizam contraceptivo oral. **Rev. Bras. Ci. e Mov.**, [s. l.], v. 17, n. 3, p. 18-24, nov. 2009.

CANGUSSU, L. M.; NAHAS-NETO, J.; NAHAS, E. A. P. Evaluation of postural balance in post menopausal women and its relationship with bone mineral density-across sectional study. **BMC Musculoskelet Disord.** 13:2-8, 2012.

DANTAS, E. H. M. **Flexibilidade**: alongamento e flexionamento, 5. ed. Rio de Janeiro: Shape, 1999. 325 p.

DEGHAN, F.; HAERIAN, B. S.; MUNIANDY, S. *et al.* The effect of relaxin on the musculoskeletal system. **Scand. J. Med. Sci. Sports.**, [s. l.], v. 24, n. 4, p. e220-9, aug. 2014.

DE ARAUJO, A. P. S.; BERTOLINI, S. M. M. G.; JUNIOR, J. M. "Alterações morfo-fisiológicas decorrentes do processo de envelhecimento do sistema musculoesquelético e suas consequências para o organismo humano." **Biológicas & Saúde** 4.12 (2014).

DA CRUZ, J.; RONDIS, F. A.; JOBIM, E. F. C. "Atividade física, nutrição e estilo de vida no envelhecimento." **Journal of Health Sciences** 17.4 (2015).

ERNESTO, A. C. C. "A influência do ciclo menstrual na rotina da mulher militar." Trabalho e conclusão e curso da Escola de Saúde do exército. (2021).

FRIDÉN, C.; HIRSCHBERG, A. L.; SAARTOK, T. Muscle strengt hand endurance do not significantly vary across 3 phases of the menstrual cycle in moderately active premenopausal women. **Clin. J. Sport. Med.**, [S.], v. 13, p. 238-41, jul. 2003.

GAZANEO, M. M.; OLIVEIRA, L. F. Alterações posturais durante a gestação. **Rev. Bras. Ativ. Fís. & Saúde**, v. 3, n. 2, p. 13-21, 1998.

GUYTON, A. C.; HALL, J. E. **Tratado de fisiologia médica**. 13. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, jan, 2017. 1176 p.

HORNBERGER, T. A. *et al.* Mechanical stimuli regula terapa mycin-sensitive signalling by a phosphoinositide 3-kinase-, protein kinase B- and growth factor-independent mechanism. **Biochem. J.**, [S.], v. 15, n. 380, p. 795-804, jun. 2004.

HORNBERGER, T. A.; SUKHIJA, H. K. B.; S. CHIEN, S. Regulation of m TOR by mechanically induced signalingevents in skeletal muscle. **Cell. Cycle**, [S.], v. 5, n. 13, p. 1391-1396, jul. 2006.

KRAEMER, W. J.; ROGOL, A. D. **The endocrine system in sports and exercise**. Oxford: Blackwell Publishing, 2005. p. 279-305.

KRAEMER, W. J. *et al.* Growth Hormone(s), Testosterone, Insulin-Like Growth Factors, and Cortisol: Roles and Integration for Cellular Developmentand Growth With Exercise. **Front Endocrinol (Lausanne)**, v. 11, n. 33, 2020.

LEE, J-L.; LEE D-C. Muscle strength and quality are associated with severity of menopausal symptoms in peri and post-menopausal women. **Maturitas**. 2013;76:88-94.

MALTAIS, M. L.; DESROCHES, J.; DIONNE, I. J. Changes in muscle mass and strength after menopause. **Journal Musculoskelet Neuronal Interact**. 2009;9(4):186-97.

MELEGARIO, S. M. *et al.* A influência do ciclo menstrual na flexibilidade em praticantes de ginástica de academia. **Rev. Bras. Med. Esporte**, [S.], v. 12, n. 3, mai/jun. 2006.

MIYAZAKI, M.; MAEDA, S. Changes in ham string flexibility and muscle strength during the menstrual cycle in healthy Young females. **J. Phys. Ther. Sci.**, v. 34, n. 2, p. 92-98, 2022.

PETREÇA, D. R.; BENEDETTI, T. R. B.; SILVA, D. A. S. Validação do teste de flexibilidade da AAHPERD para idosos brasileiros. **Rev. Bras. Cineantropom. Desempenho Hum.**, [S.l.], v. 13, n. 6, p. 455-460, dez. 2011.

PLATONOV, V. N. **Tratado geral de treinamento desportivo**, 1. ed. São Paulo: Phorte, São Paulo, jan, 2000. 888 p.

REBELATTO, J. R.; CALVO, J. I.; OREJUALA, J. R. *et al.* Influência de um programa de atividade física de longa duração sobre a força muscular manual e a flexibilidade corporal de mulheres idosas. **Braz. J. of Phys. Therapy**, v. 10, n. 1, p. 127-132, ago. 2006.

RIBEIRO, I. C.; PADOVANI, C. R.; BORIN, J. P. O ciclo menstrual tem influência sob a flexibilidade de mulheres treinadas e sedentárias? Um estudo piloto. **Conex: Educ. Fís., Esporte e Saúde**, Campinas, v. 18, e020007, p.1-9, jul. 2020.

RIBEIRO, J. *et al.* "Avaliação da flexibilidade em gestantes do último trimestre gestacional". **Colloquium Vitae**, vol. 5, n. Especial, Jul-Dez, 2013, p. 112-119.

SAMUEL, C. S.; BUTKUS, A.; COGHLAN, J.P. *et al.* The effect of relaxin on collagen metabolism in then on pregnan trat pubic symphysis: thein fluence of estrogen and progesterone in regulating relaxin activity. **Endocri.**, v. 137, p. 3884-90, sep. 1996.

SIMÃO, R. *et al.* "Influência da modificação do teste de sentar e alcançar sobre o indicador de flexibilidade em diferentes faixas etárias". **Motricidade** 11.3 (2015): 3-10.

TEIXEIRA, A. L. S. *et al.* Influência das diferentes fases do ciclo menstrual na flexibilidade de mulheres jovens. **Rev. Bras. de Med. Esporte**, v. 18, n. 6, p. 361-364, nov/dez. 2012.

VEIGA, S. M. C.; PEREZ, F. S. B.; MELO, L. M. Efeitos da prática de hidroterapia em mulheres durante o período gestacional: uma revisão da literatura. **SAÚDE & CIÊNCIA EM AÇÃO** 7.1 (2021): 31-45.

WOJTYYS, E. M. *et al.* Association between the menstrual cycle and anterior cruciate ligament injuries in female athletes. **Am. J. Sports Med.**, v. 26, p. 614-9, sep/oct. 1998.



**UFSM**  
Pró-Reitoria de  
Extensão

ISBN 978-65-88636-10-7

**VOLTAR AO INÍCIO | IR PARA O SUMÁRIO**