



Ciências
Morfofuncionais do
Aparelho Locomotor
- Membros Superiores,
Cabeça e Tronco

Ciências Morfofuncionais do Aparelho Locomotor - Membros Superiores, Cabeça e Tronco

Mailme de Souza Oliveira

© 2018 por Editora e Distribuidora Educacional S.A.

Todos os direitos reservados. Nenhuma parte desta publicação poderá ser reproduzida ou transmitida de qualquer modo ou por qualquer outro meio, eletrônico ou mecânico, incluindo fotocópia, gravação ou qualquer outro tipo de sistema de armazenamento e transmissão de informação, sem prévia autorização, por escrito, da Editora e Distribuidora Educacional S.A.

Presidente

Nomes

Vice-Presidente Acadêmico de Graduação e de Educação Básica

Mário Ghio Júnior

Conselho Acadêmico

Ana Lucia Jankovic Barduchi

Camila Cardoso Rotella

Danielly Nunes Andrade Noé

Grasiele Aparecida Lourenço

Isabel Cristina Chagas Barbin

Lidiane Cristina Vivaldini Olo

Thatiane Cristina dos Santos de Carvalho Ribeiro

Revisão Técnica

Roberta de Melo Roiz

Editorial

Camila Cardoso Rotella (Diretora)

Lidiane Cristina Vivaldini Olo (Gerente)

Elmir Carvalho da Silva (Coordenador)

Leticia Bento Pieroni (Coordenadora)

Renata Jéssica Galdino (Coordenadora)

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

- Oliveira, Mailme de Souza
- O48c Ciências morfofuncionais do aparelho locomotor – membros superiores, cabeça e tronco / Mailme de Souza Oliveira. – Londrina : Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2018.
- 208 p.
- ISBN 978-85-522-1096-2
1. Membro superior. 2. Tronco. 3. Cabeça. I. Oliveira, Mailme de Souza. II. Título

CDD 612

Thamiris Mantovani CRB-8/9491

2018
Editora e Distribuidora Educacional S.A.
Avenida Paris, 675 – Parque Residencial João Piza
CEP: 86041-100 – Londrina – PR
e-mail: editora.educacional@kroton.com.br
Homepage: <http://www.kroton.com.br/>

Sumário

Unidade 1 Estudo morfofuncional do complexo do ombro	7
Seção 1.1 - Classificação e componentes: complexo do ombro	9
Seção 1.2 - Articulação glenoumeral: complexo do ombro	23
Seção 1.3 - Ação muscular e análise biomecânica: complexo do ombro	38
Unidade 2 Estudo morfofuncional do cotovelo e antebraço	57
Seção 2.1 - Classificação e componentes: cotovelo e antebraço	59
Seção 2.2 - Ação muscular do cotovelo e antebraço	73
Seção 2.3 - Análise biomecânica do cotovelo e antebraço	86
Unidade 3 Estudo morfofuncional do punho e mão	105
Seção 3.1 - Classificação e componentes: punho e mão	107
Seção 3.2 - Ação dos músculos que envolvem movimentos do punho e da mão	125
Seção 3.3 - Análise biomecânica do punho e da mão	138
Unidade 4 Estudo morfofuncional da articulação temporomandibular e da caixa torácica	157
Seção 4.1 - Biomecânica da mastigação: articulações temporomandibulares	159
Seção 4.2 - Componentes da biomecânica da respiração	173
Seção 4.3 - Análise da biomecânica da respiração	187

Palavras do autor

Prezado aluno do curso de Fisioterapia, seja bem-vindo à disciplina de Ciências Morfofuncionais do Aparelho Locomotor - Membros Superiores, Cabeça e Tronco. Essa disciplina é muito importante para o seu aprendizado e formação profissional. Na Unidade 1 você vai aprender sobre o estudo morfofuncional do complexo do ombro e lá vamos ver os princípios biomecânicos e a classificação de todos os componentes das articulações do ombro, entre elas a articulação glenoumeral e as ações musculares. Já na Unidade 2 vamos abordar o estudo morfofuncional do cotovelo e do antebraço. Nesta parte falaremos sobre a classificação e componentes, ação muscular e processos biomecânicos. Na Unidade 3 veremos o estudo morfofuncional do punho e mão, seus componentes e classificação, o processo muscular e todas as ações biomecânicas dos movimentos. E, para finalizar, na Unidade 4 explanaremos o estudo morfofuncional da articulação temporomandibular e da caixa torácica, ação biomecânica da mastigação, além dos componentes e processos biomecânicos da respiração.

O tema que vamos abordar nessa disciplina é essencial para a carreira profissional do fisioterapeuta, pois irá estudar os movimentos do corpo humano, especificamente os movimentos do membro superior, da cabeça e tronco. Ao final desses estudos, você, aluno, será capaz de ter raciocínio lógico e resolução de casos, analisando os movimentos deficitários dos pacientes e comparando com os movimentos de indivíduos saudáveis.

No final do livro e com todo o conteúdo adquirido, você, futuro fisioterapeuta, será capaz de entender melhor como funcionam os processos dos movimentos que todo ser humano possui, principalmente pensando na promoção, proteção e a recuperação da saúde. Um excelente aprendizado a todos! Vamos começar?

Estudo morfofuncional do complexo do ombro

Convite ao estudo

Prezado aluno do curso de Fisioterapia, seja muito bem-vindo à primeira unidade da disciplina de Ciências Morfofuncionais do Aparelho Locomotor - Membros Superiores, Cabeça e Tronco. Neste momento vamos iniciar a nossa trajetória no mundo fabuloso das ciências morfofuncionais, aproveitando para adquirir muito conhecimento. Para iniciar, traremos o estudo dos princípios biomecânicos, dos componentes e da classificação das articulações do complexo do ombro, e, depois, entraremos no estudo da ação muscular e da análise biomecânica do ombro.

Para facilitar o seu entendimento sobre os assuntos abordados e fazer com que você se aproxime mais da realidade, iremos abordar um caso, o caso de dona Ana.

Ana trabalha há alguns anos como caixa de banco, no interior de São Paulo, e nunca se preocupou com posicionamento dos braços em relação à posição da cadeira e com o teclado do computador. Nas últimas semanas vem sentindo uma dor que começou de forma leve e que agora piorou. Assim, ela resolveu procurar um médico ortopedista, para quem relatou as tais dores que vinha sentindo na região do ombro esquerdo e que irradiavam para o cotovelo. Ao longo do tempo, a sensação de dor foi ficando mais forte e Ana começou a ter dificuldade para mover o braço. Diante disto, o médico realizou avaliação clínica, exame físico e solicitou alguns exames por filmagem. Após a realização dos exames e a saída dos resultados, dona Ana retornou ao consultório, onde soube que estava com uma bursite subacromial, provavelmente ocasionada pelo

mau uso, ou uso repetitivo do braço. O ortopedista, além de medicação, orientou que fizesse fisioterapia. Com a solicitação da fisioterapia em mãos Ana foi Unidade Básica de Saúde (UBS), onde o professor Antônio estava acompanhado por seus alunos em campo de. Para iniciar o tratamento de dona Ana, ele realizou uma avaliação primária e passou o caso aos alunos, fazendo a eles a seguinte pergunta: o que vocês precisam saber para realizar uma avaliação adequada e, assim, uma ter uma conduta ideal para o caso?

Pensando nisso, vamos todos conhecer o funcionamento do complexo do ombro? No final dessa unidade você, futuro fisioterapeuta, será capaz de construir uma maquete demonstrando estruturas e movimentos das articulações do ombro. Você já se deparou com uma história assim? Parece familiar? Vamos lá!

Seção 1.1

Classificação e componentes: complexo do ombro

Diálogo aberto

Você já imaginou como seria atender um paciente com algum problema de movimentação? Adquirir o conhecimento da morfologia é essencial para a carreira de um fisioterapeuta. Nessa seção vamos abordar os princípios morfofuncionais e biomecânicos das articulações do complexo do ombro. Você conhece todos os movimentos e articulações do ombro? Para ajudar vamos lembrá-los da história da dona Ana.

O professor Antônio é um excelente profissional, com uma importante carga de conhecimento para agregar aos alunos. Por isso ele solicitou aos seus estudantes, primeiramente, que fizessem uma revisão de literatura, focando no estudo morfofuncional do complexo do ombro, de modo que pudessem iniciar a intervenção no caso da bursite subacromial. Considerando o processo biomecânico do complexo do ombro, quais as articulações que envolvem os movimentos do complexo do ombro?

Vamos começar os nossos estudos?

Não pode faltar

Quando citamos o termo biomecânico, estamos falando sobre o estudo das forças mecânicas que envolvem os movimentos do corpo humano. Os princípios biomecânicos são fundamentais para compreendermos os movimentos dos seres humanos, tanto para diagnósticos fisiológicos, quanto para uma vasta explicação da origem de alguns desenvolvimentos patológicos do sistema musculoesquelético. Com o Quadro 1.1 é possível compreender melhor essas leis.

Aplicação Linear	Aplicação Rotacional
Primeira Lei da Inércia	
Um corpo permanece em repouso ou em uma velocidade linear constante exceto quando é compelido, por uma força externa, a mudar seu estado.	Um corpo permanece em repouso ou em uma velocidade angular constante ao redor de um eixo de rotação a menos que seja levado por um torque externo a mudar seu estado.
Segunda Lei da Aceleração	
A aceleração linear de um corpo é diretamente proporcional à força que a causa, toma a mesma direção na qual força atua e é inversamente proporcional à massa do corpo.	A aceleração angular de um corpo é determinantemente proporcional ao torque que a causa, toma a mesma direção rotacional na qual o torque age e é inversamente proporcional ao momento de inércia de massa do corpo.
Terceira Lei da Ação e Reação	
Para qualquer força há uma força igual e em direção oposta.	Para qualquer torque há um torque igual e em direção oposta.

Fonte: Neumann (2011, p. 78).



Refleta

As leis de Newton ajudam a compreender os movimentos, sendo muito importante ressaltar que o movimento humano é complexo, principalmente devido às forças externas que possui, pois nunca são idênticas e também não podem ser observadas, somente sentidas.

A seguir definiremos alguns termos importantes, tais como cinética, cinemática, antropometria, força, torque, dentre outros, para que o entendimento diante da Biomecânica seja pleno.

Cinética:

Área da mecânica que relata o efeito das forças realizadas sobre o corpo, ou seja, é considerada a causa que realiza a ação.

Cinemática:

É o estudo que descreve o movimento do corpo sem se preocupar com as forças ou torques que podem ser sobre ele realizados. Será considerada a velocidade, a localização e a aceleração em que se move o corpo.

Antropometria:

É conceituada como as medidas de alguns atributos do modelo do corpo humano como: massa corporal, peso, volume, altura, centro de gravidade e momento de inércia. Para o profissional de fisioterapia é muito significativo o conhecimento desses princípios antropométricos, devido à sua utilização na cinemática e na cinética, nos movimentos normais e patológicos, os quais geram parâmetros mais confiáveis para o tratamento clínico.

Diagrama de Corpo Livre:

Tem como princípio ajudar na solução de problemas biomecânicos. Ele se define com um esboço simplificado que representa a interação entre um corpo e o ambiente. O corpo em consideração pode ser um único segmento rígido, como o pé, ou pode ser vários segmentos, como a cabeça, os braços e o tronco. A seguir encontramos os passos para a construção do Diagrama de Corpo Livre.

Quadro 1.2 | Passos para a construção do diagrama de corpo livre

Passo I: Identificar e isolar o corpo livre sob consideração.
Passo II: Estabelecer um quadro de referência coordenada.
Passo III: Desenhar as forças internas (musculares) e externas que atuam no sistema.
Passo IV: Desenhar a forma de reação articular.
Passo V: Escrever as equações governantes do movimento.

Fonte: Neumann (2011 p.87).

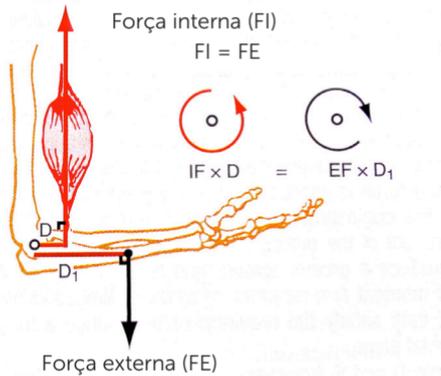


Diagrama de corpo livre necessita que todas forças que atuem no sistema sejam desenhadas com muito cuidado. Para ajudar no melhor entendimento assista ao vídeo: Me Salva! ESM01 – Equilíbrio de um ponto material: Diagrama de Corpo Livre, Cabos, Polias e Molas (2015). Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=m7Hpmh4oUhA>>. Acesso em: 6 abr. 2018.

Forças e Torque:

Podemos compreender e explicar a força em tracionar como tensão ou pressão, quando esse movimento se faz a partir de um “empurrão”. São as linhas de tração que indicam a mobilidade que o músculo realiza, por isso devemos saber que cada músculo representa uma atividade analisada, ou seja, as ações musculares. A origem do posicionamento, a introdução de um músculo e o sentido das fibras é que indicam a força que o músculo vai produzir. O resultado da força emprega um processo chamado composição vetorial, que é, por exemplo, quando uma força única pode ser determinada em duas ou mais forças. Essa junção leva a um exato efeito da força original e esse processo é denominado resolução vetorial, no qual são fornecidos meios de conhecimento de como a força roda e translada os elementos corporais, levando ao processo de rotação, compressão, desvio ou corte nas regiões articulares.

Figura 1.1 | Movimento de força



Fonte: adaptada de Neumann (2011, p. 108).

Equilíbrio e estabilidade:

O equilíbrio e a estabilidade se definem quando um corpo não está em movimento. Resumindo, é quando o equilíbrio estático e a aceleração são praticamente zero.

Para que ocorra a estabilidade do equilíbrio é fundamental que alguns fatores como altura de centro da gravidade e o tamanho das bases de sustentação, como a habilidade de assumir e manter a posição corporal desejada durante uma atividade seja ela estática ou dinâmica. (TEIXEIRA, 2010, p. 33-34)



Alavanca:

Denomina-se alavanca quando há um princípio que opera sob uma barra rígida que, sofrendo uma ação de força, se inclina a rotar em volta do seu ponto de apoio. Os conceitos de alavanca na biomecânica são utilizados para ver o sistema mais agregado de forças no qual se produzem os movimentos rotatórios do corpo humano. A alavanca se divide em três partes, nas quais cada uma delas dispõe de vantagem para definição em relação à força, equilíbrio, amplitude e velocidade.

Alavanca de primeira classe (interfixa):

Possui eixo de rotação entre as forças contrárias. É utilizada para manter posturas ou equilíbrios, podendo ser usada também para ganhar força ou distância, em concordância com a força do braço e o peso do braço.

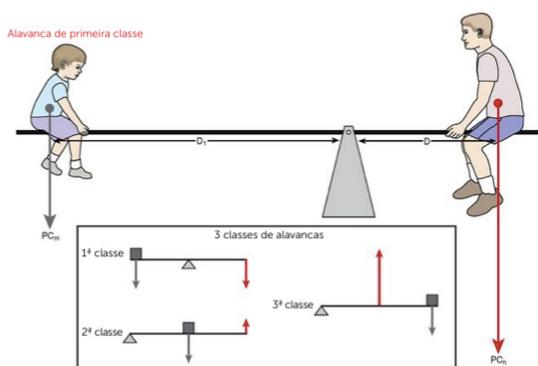
Alavanca de segunda classe (inter-resistente):

Há duas vantagens em relação a essa alavanca. Uma está direcionada ao eixo de rotação, o qual está inserido em uma extremidade óssea, e a outra é que o músculo ou a força interna se apresenta como uma maior potência diante da força externa. São raras no corpo humano.

Alavanca de terceira classe (interpotente):

Nessa alavanca a ação da força está inserida entre a resistência e o ponto de apoio. É a mais utilizada pelo sistema musculoesquelético, como no movimento do cotovelo, onde os músculos atuam para produzir o torque de flexão que ajuda na sustentação do peso colocado na mão. Diante disso, na alavanca de terceira classe, o peso suportado externamente possui uma maior alavancagem do que a força muscular. As três alavancas estão representadas abaixo, na Figura 1.2.

Figura 1.2 | Sistema de alavancas



Fonte: Neumann (2011, p. 21).

As três alavancas demonstram que essas classes são dependentes exclusivamente das afinidades entre o eixo, o peso e a força. Se for classe I, eixo central, classe II, peso central, e classe III, força central.

Vantagem mecânica (VM):

Em uma alavanca musculoesquelética a VM é estabelecida pela relação entre o braço de momento externo e o braço de momento interno. Conforme a sua localização no eixo de rotação, a alavanca de primeira classe apresenta VM igual ou menor que um. Já na de segunda classe as alavancas apresentam VM maior do que um. Isso significa que a vantagem mecânica é igual $\text{Braço de Força (BF)} \div \text{Braço de Resistência (BR)}$.



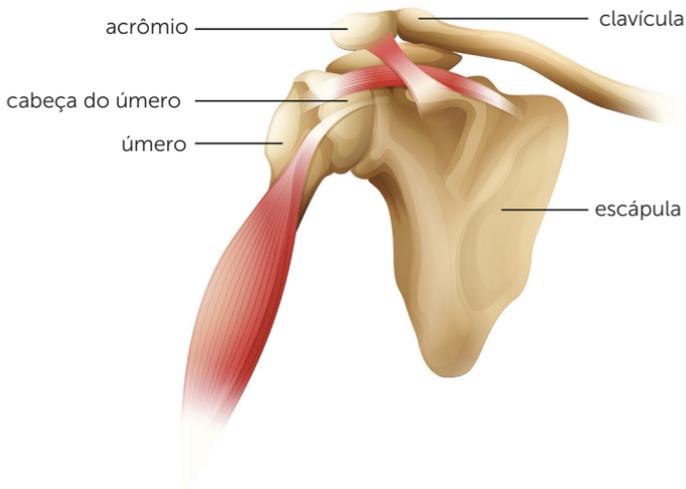
Para compreender mais sobre a biomecânica dos movimentos consulte o material:

ALVES, C. V. Avaliação fisioterápica de alunos de violino durante performance musical – análise dos diagnósticos cinesiológicos e biomecânicos mais encontrados. **Revista Modus**. Belo Horizonte, ano VI, n. 8, p. 71-88, 2011. Disponível em: <<http://revista.uemg.br/index.php/modus/article/view/750/467>>. Acesso em: 14 mar. 2018.

Articulações do complexo do ombro:

O complexo do ombro é formado pela união de quatro articulações, onde a clavícula se articula com o manúbrio esternal formando a articulação esternoclavicular, a articulação acromioclavicular, com a união da clavícula e da escápula, a articulação glenoumeral, com a escápula e o úmero, e a articulação escapulotorácica, entre a escápula e o tórax. Abaixo segue uma imagem (Figura 1.3) mostrando os ossos que compõem o complexo do ombro.

Figura 1.3 | Ossos do complexo do ombro

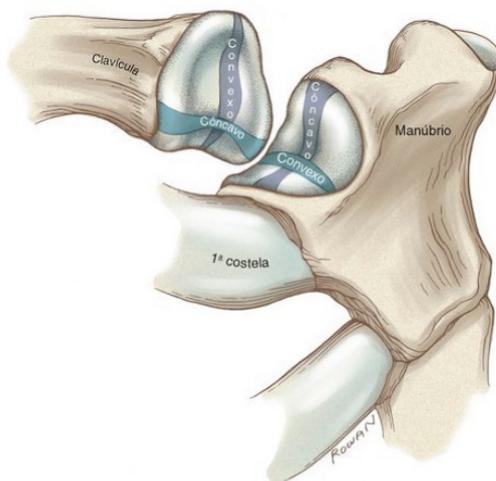


Fonte: adaptada de <<https://www.istockphoto.com/br/vetor/ossos-do-ombro-gm477462819-36129382>>. Acesso em: 17 abr. 2018.

Classificação e componentes da articulação esternoclavicular (EC):

A articulação EC é a única articulação que conecta a sua margem superior diretamente como tórax, funcionando como uma articulação basal onde todo membro superior é unido ao esqueleto axial, ao qual deve estar fortemente conectada, mas ao mesmo tempo permitindo graus de amplitude de movimento. Teoricamente essa função, supostamente paradoxal, é feita através de tecidos conectivos periarticulares e de uma superfície sem regularidade em forma de sela. A face articular da EC está representada na Figura 1.4. E, no Quadro 1.3, estão as estruturas envolvidas na articulação esternoclavicular.

Figura 1.4 | Articulação esternoclavicular



Fonte: Neumann (2011, p. 128).

Quadro 1.3 | Estruturas envolvidas na articulação esternoclavicular

Ligamentos esternoclavicular anterior e posterior.
Ligamento interclavicular.
Ligamento costoclavicular.
Disco articular.
Músculos esternocleidomastóideo, esternotireóideo, esternohióide e subclávio.

Fonte: Neumann (2011, p. 129).

Classificação e componentes da articulação escapulotorácica:

Mesmo não sendo uma articulação verdadeira, a articulação escapulotorácica está localizada na superfície anterior da escápula e na parede póstero-lateral do tórax. Essas duas áreas não mantêm um contato direto, pois elas são isoladas por músculos como o serrátil anterior, eretor da espinha, e o subescapular. Quanto aos movimentos na articulação escapulotorácica, eles são elementos muito relevantes para a teoria do conhecimento do complexo do ombro.

Classificação e componentes da articulação acromioclavicular (AC):

A articulação AC é uma articulação artrodial que envolve a margem medial do acrômio e a extremidade acromial da clavícula, sendo ela plana ou deslizante (ver Figura 1.5). Nas suas superfícies ocorrem uma variação articular, podendo ser do tipo chatas, discretamente côncavas ou convexas. A AC dispõe de três eixos de graus de liberdade sendo seus processos refletidos nos andamentos escapulares de elevação, abdução e rotação. No Quadro 1.4 a seguir estão listadas estruturas envolvidas na AC.



Assimile

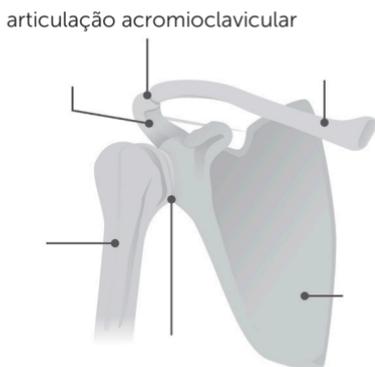
A luxação acromioclavicular é caracterizada como uma patologia traumática do ombro e sua maior incidência está entre os jovens, na qual a modificação anatômica e biomecânica que ocorre na ruptura do ligamento coracoclavicular está diretamente relacionada à decisão médica de realizar cirurgia ou não. Nos dois casos, tanto conservador quanto cirúrgico, a fisioterapia pode atuar na reabilitação.

Quadro 1.4 | Estruturas envolvidas na articulação acromioclavicular

Ligamentos superior e inferior da articulação acromioclavicular.
Ligamento coracoclavicular.
Disco articular (quando presente).
Músculos deltoide e parte ascendente do musculo trapézio.

Fonte: Neumann (2011, p. 131).

Figura 1.5 | Articulação acromioclavicular

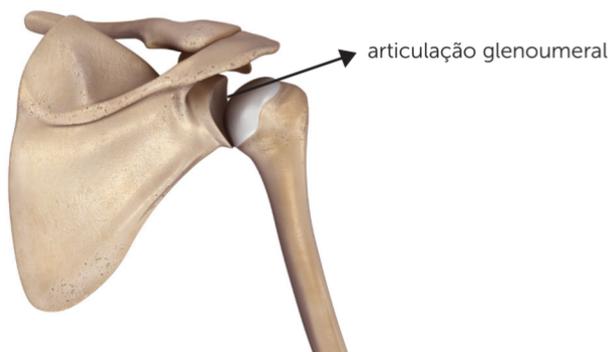


Fonte: adaptada de <<https://www.istockphoto.com/br/vetor/bone-and-joints-of-the-shoulder-anatomy-gm635948908-112526077>>. Acesso em: 12 mar. 2018.

Classificação e componentes da articulação glenoumeral (GU):

A articulação glenoumeral é constituída através da cabeça ampla e convexa do úmero e da concavidade rasa da cavidade glenoide, localizada na escápula, e está representada na Figura 1.6. Essa articulação trabalha em concomitante com a clavícula para fornecer uma amplitude de movimento no ombro. Em torno da articulação GU encontra-se uma capsula fibrosa que trabalha isolando a cavidade articular na maior parte dos tecidos circundantes, e que possui pouca estabilidade óssea.

Figura 1.6 | Articulação glenoumeral



Fonte: adaptada de <https://www.istockphoto.com/br/vetor/shoulder-join_bony-elements-gm637397014-113698533>. Acesso em: 12 abr. 2018.



A bursite subacromial ocorre quando há uma inflamação na bursa subacromial, devido a movimentos repetitivos de pequeno impacto. Os sintomas principais são a dor e a dificuldade de movimentar. A fisioterapia ajuda no processo de reabilitação e ameniza os sintomas da bursite. Após a fase inflamatória aguda o ideal é trabalhar no processo de prevenção para que não ocorra novamente.

Sem medo de errar

No início da seção deste livro, apresentamos um contexto, no qual Ana, que trabalhou alguns anos como caixa de banco, teve iniciado processo de dor crônica no ombro esquerdo. Foi ao médico e foi diagnosticada com uma bursite subacromial. Logo em seguida, com base nessa conjuntura, descrevemos a seguinte situação-problema:

No campo de estágio, a pedido do professor Antônio, os alunos de fisioterapia estudaram muito para poder realizar a avaliação da paciente Ana. Para começar, o professor orientou seus alunos que, primeiramente, fizessem uma revisão de literatura focando no estudo morfofuncional do complexo do ombro, de modo que pudessem iniciar a intervenção para a bursite subacromial.

Após todo esse conteúdo que estudamos sobre o processo biomecânico do complexo do ombro, quais as articulações que envolvem os movimentos do complexo do ombro?

O complexo do ombro é formado pela articulação esternoclavicular, que provém da união da ponta esternal da clavícula e do manúbrio do esterno, pela articulação acromioclavicular, que é definida como uma articulação plana que une a extremidade acromial da clavícula e a borda medial do acrômio, também pela articulação escapulotorácica, entre a escápula e o tórax, a qual, muitas vezes, não é considerada uma articulação verdadeira. E, por fim, a articulação glenoumeral que é uma articulação universal, constituída através da cabeça ampla e convexa do úmero, com uma concavidade rasa e cavidade glenoide, localizada na escápula.

Queda no futebol

Descrição da situação-problema

Joana tem 20 anos e há dois anos pratica esportes, principalmente o futebol feminino. Joana joga pelo time da escola onde estudava, tendo já ganhado vários campeonatos. Há dois meses foi chamada para participar de um processo seletivo para jogar em um time de sua cidade, que fica localizada no interior de São Paulo. Por sorte, Joana foi convocada para fazer parte do time. Durante o terceiro jogo da temporada, após uma divisão de bola com o adversário, Joana escorregou e bateu fortemente a parte anterior do ombro no chão. No momento do impacto foi possível observar a dor, pela expressão no rosto da Joana, e um processo inflamatório agudo, pelo edema formado. A dor gerada foi difusa, abrangendo a zona da articulação acromioclavicular. Joana foi levada imediatamente para o hospital e, após o raio-X, o médico deu o diagnóstico como lesão da articulação AC. Para o início de tratamento foi prescrito analgésico e injeções de corticoides no local da lesão, além de 10 sessões de fisioterapia. Joana foi encaminhada para a clínica de fisioterapia da cidade, sendo atendida pelo fisioterapeuta João. Ele fez a avaliação, colhendo toda a história da paciente, e, ao realizar exame físico, notou edema e a clavícula um pouco deslocada. Já na avaliação dos movimentos do ombro foi observada limitação devido a dor e o edema. João iniciou o tratamento de reabilitação e proteção da Joana.

Diante dessa situação, João resolveu levar o caso para sala de aula, pois, além de fisioterapeuta, também é professor do curso de Fisioterapia. João relatou o caso e questionou os alunos: qual a classificação e os componentes relacionados à articulação envolvida no caso, a articulação AC? Por que a AC foi lesionada nesse caso?

Diante disso, o será que os alunos responderam?

Resolução da situação-problema

A articulação envolve a margem medial do acrômio e a extremidade acromial da clavícula, podendo ela ser plana ou

deslizante, e possuir três eixos de graus de liberdade, sendo seus processos refletidos nos andamentos escapulares de elevação, abdução e rotação. As estruturas envolvidas nessa articulação são os ligamentos superior e inferior da articulação acromioclavicular, ligamento coracoclavicular, disco articular (quando presente) e músculos deltoide e parte ascendente do músculo trapézio. Um dos mecanismos de lesão da AC está relacionado ao impacto direto na porção anterior do ombro, local exato da lesão da Joana.

Faça valer a pena

1. O úmero e a articulação glenoumeral fazem parte dos movimentos do ombro. O úmero é composto por uma cabeça lisa e esférica que se articula com uma das estruturas da escápula.

Assinale a alternativa correta que contém a estrutura da escápula que ajuda a compor a articulação GU.

- a) Fossa do olecrano.
- b) Cavidade glenoide.
- c) Fossa coronoide.
- d) Processo coracoide.
- e) Ligamento conoide.

2. Denomina-se alavanca quando há um princípio que opera sob uma barra rígida que, sofrendo uma ação de força, se inclina a rotar em volta do seu ponto de apoio. Os conceitos de alavanca na biomecânica são utilizados para ver o sistema mais agregado de forças no qual se produzem os movimentos rotatórios do corpo humano. As alavancas podem ser de primeira, segunda e terceira classe. Uma dessas alavancas é a mais utilizada pelos sistemas musculares do corpo humano e nessa alavanca o peso suportado externamente possui uma maior alavancagem do que a força muscular.

Marque a alternativa correta a que se refere a alavanca descrita no texto acima.

- a) Alavanca de quarta classe.
- b) Alavanca de primeira classe.
- c) Alavanca de segunda classe.
- d) Alavanca de sexta classe.
- e) Alavanca de terceira classe.

3. As leis do movimento de Newton ajudam a compreender as associações entre as forças e seus resultados nas articulações individuais, onde essas informações podem ajudar a guiar para melhores decisões para o tratamento, além de proporcionar melhor assistência perante os mecanismos da lesão. Há três leis e uma delas diz que a aceleração linear de um corpo é diretamente proporcional à força que a causa.

A qual lei de Newton se refere o texto acima?

- a) À lei da ação e reação.
- b) À lei da aceleração.
- c) À lei da inércia.
- d) À lei da cinética.
- e) À lei da cinemática.

Seção 1.2

Articulação glenoumeral: complexo do ombro

Diálogo aberto

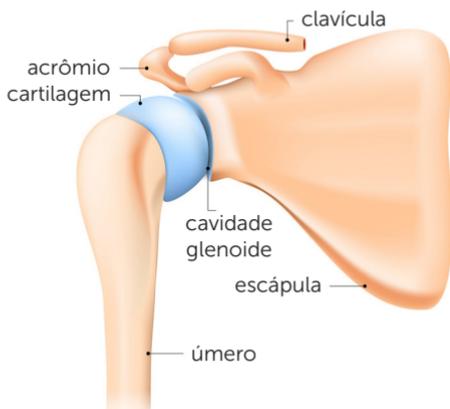
Prezado aluno, vimos na seção anterior uma prévia sobre articulação glenoumeral (GU) e suas estruturas anatômicas. Nessa seção vamos nos aprofundar no universo dessa articulação do ombro que é tão importante para realizarmos as nossas atividades de vida diária, como alcançar um copo no armário suspenso ou até mesmo pegar uma caneta que caiu no chão. Vamos abordar conteúdos em relação aos movimentos do ombro (cinemática), planos e eixos, estabilizadores proximais e distais do ombro, dentre outros.

Vamos lembrar a história de Dona Ana e dos alunos que estão fazendo estágio com o professor Antônio na UBS. O professor Antônio solicitou que os alunos de fisioterapia realizassem uma revisão dos conteúdos sobre o complexo do ombro, atividade para a qual se dedicaram muito. Dessa forma, começaram a se preparar para montar a intervenção fisioterapêutica da sra. Ana, sempre focando na reabilitação dos movimentos. Tendo como ponto de referência o conhecimento em cinesiologia do aparelho musculoesquelético e com vistas à atendermos melhor a paciente, vamos estudar e responder a seguinte questão: quais são os estabilizadores proximais e distais do ombro?

Não pode faltar

A articulação Glenoumeral (GU) é uma das mais importantes articulações do complexo do ombro e é a mais móvel do corpo humano, sendo muito funcional em relação às nossas atividades diárias. Devido à sua junção com a escápula, permite os movimentos de extensão, flexão, abdução, adução, hiperextensão, flexão horizontal e extensão horizontal, também conhecidos como adução horizontal e abdução horizontal, respectivamente. Veja a articulação GU na Figura 1.7.

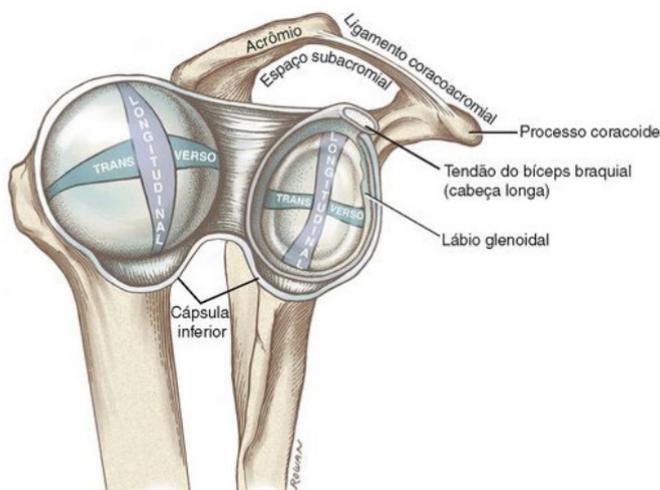
Figura 1.7 | Articulação Glenoumeral



Fonte: adaptada de <<https://www.istockphoto.com/br/vetor/ombro-comum-anatomia-humana-gm912244850-251145529>>. Acesso em: 14 abr. 2018.

Quanto à localização, ela está na junção da cabeça ampla e complexa do úmero com a concavidade rasa da cavidade glenoide da escápula. Na anatomia referente ao plano escapular, a parte acima da articulação glenoide se une anterior-lateralmente e em relação ao úmero está localizada medial e superior, além de posterior, devido à sua retroversão natural. Na Figura 1.8 podemos observar uma vista lateral da articulação GU.

Figura 1.8 | Articulação Glenoumeral vista lateral



Fonte: Neumann (2011, p. 137).

A articulação GU é composta por uma cápsula fibrosa, a qual atua como forma de isolamento da cavidade articular em torno da maior parte dos tecidos circundantes. Essa capsula se fixa na borda da cavidade glenoide, chegando até o colo anatômico. Outra estrutura que circunda a cápsula articular, mas de forma interna, é a membrana sinovial, uma camada cuja função é de secretar líquido sinovial para ajudar na lubrificação, nutrição e deslizamento da articulação. Além disso, se reproduz na porção intracapsular do tendão da cabeça longa do bíceps braquial. Esta membrana ainda traça o tendão do bíceps no momento em que ela procede da capsula para a fenda intertubercular. Importante ressaltar que tanto a cavidade glenoide quanto a cabeça do úmero são revestidos por cartilagem articular.

Devido à capsula articular possuir uma estrutura relativamente fina e pelo espaço intracapsular da GU ser quase que duas vezes o tamanho da cabeça do úmero, tornam-se necessários componentes que atuem como estabilizadores tanto passivos, quanto ativos da GU para evitar lesões em atividades diárias comuns.

Encontram-se como estabilizadores passivos, os ligamentos capsulares (ligamentos glenoumeral superior, médio e inferior) e o ligamento coracoumeral, além do lábio glenoidal. Esse lábio fica localizado na parte lateral da cavidade glenoide, abrangendo cerca de 50% dessa cavidade, atuando como uma forma de aprofundamento desta e aumentando o contato com a cabeça do úmero.

A estabilização da GU não se faz somente pelos ligamentos, mas através das forças ativas produzidas pelos músculos do manguito rotador (subescapular, infraespal, supraespal e redondo menor), ou seja, eles mantêm a estabilidade articular durante os movimentos ativos em qualquer posição articular. Já os ligamentos, só estabilizam de forma máxima a GU se houver movimentos extremos. Veja as principais estruturas da articulação GU na Figura 1.9 (vista anterior da GU) e 1.10 (vista interna da GU).



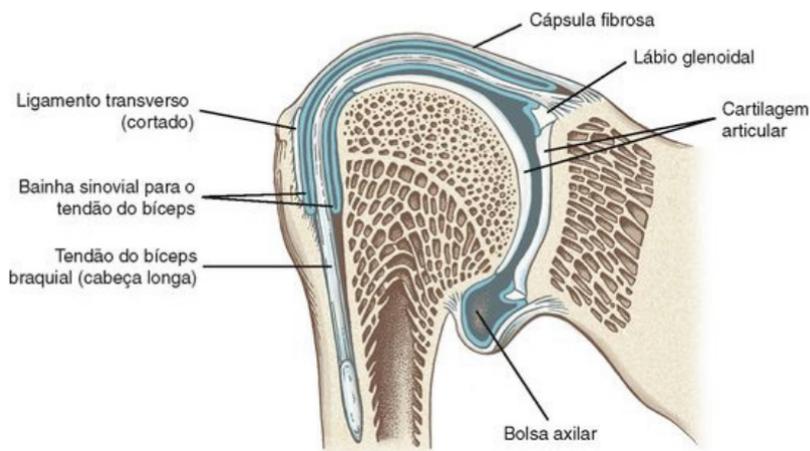
Reflita

As lesões que mais acometem os atletas nadadores são devido à compressão das estruturas subacromiais como o tendão do músculo supraespinhoso, tendão da cabeça longa do bíceps braquial e

bursasubacromial. Isso ocorre, mesmo com o condicionamento físico, devido aos movimentos repetitivos e intensos de abdução e adução.

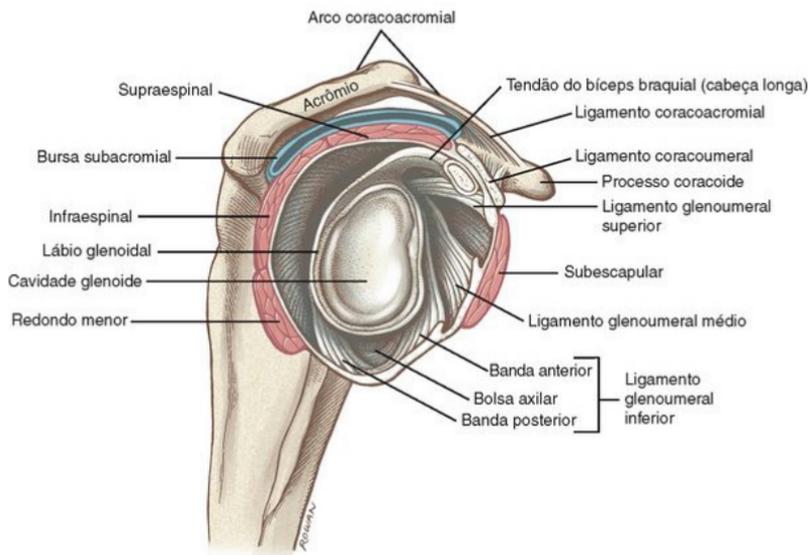
Os estabilizadores ativos podem ser divididos em proximais e distais. Os estabilizadores proximais são classificados como músculos que se iniciam na coluna vertebral, nas costelas e no crânio. Inserindo-se na escápula e na clavícula, temos como exemplos de estabilizadores proximais os músculos serrátil anterior e o trapézio. Já os estabilizadores distais são definidos em músculos que começam na escápula e na clavícula e se introduzem no úmero ou no antebraço. Temos como exemplo de estabilizadores distais os músculos deltoide e bíceps braquial. Para que haja uma função ideal no complexo do ombro é necessária uma interação entre os estabilizadores proximais e distais.

Figura 1.9 Vista anterior de estruturas da Articulação Glenoumeral direita



Fonte: Neumann (2011, p.136).

Figura 1.10 | Superfície interna da articulação glenoumeral direita



Fonte: Neumann (2011, p. 139).



Assimile

A articulação glenoumeral é composta por estruturas passivas, geometria óssea, lábio glenoidal, cápsula, ligamentos e pressão negativa intra-articular, além de estruturas ativas compostas por músculos, como os músculos do manguito rotador (subescapular, infraespal, supraespal e redondo menor), bíceps braquial, deltoide, trapézio, entre outros, que ajudam, de maneira interdependente, a estabilidade e função normal do ombro.

Os ligamentos capsulares glenoumerais, mencionados acima, são um conjunto de fibras de constituição colagenosa, dispostas de forma entrelaçada e cuja divisão forma três ligamentos: glenoumeral superior, médio e inferior. Esses são frouxos e precisam ser alongados em diferentes graus para resultar no suporte mecânico passivo da GU, limitando a rotação e translação extremas. Sem esquecer do ligamento coracoumeral que protege a articulação GU contra a rotação externa com o braço aduzido, ao resistir à translação inferior da cabeça do úmero. Vale ressaltar que nas paredes da cápsula

os ligamentos capsulares proporcionam a manutenção de uma pressão negativa intra-articular da articulação GU, gerando uma fonte adicional de estabilidade.

No Quadro 1.5 estão relacionados os ligamentos capsulares com as conexões distais e com a tensão, conforme movimento da GU.

Quadro 1.5 | Descrição das funções dos ligamentos capsulares pertencentes a GU

Ligamento	Conexões Distais (umerais)	Movimentos Principais Tensionando Estruturas
Ligamento Glenoumeral Superior.	Colo anatômico, acima do tubérculo menor.	Adução, translações inferior e antero-posterior da cabeça umeral.
Ligamento Glenoumeral Médio.	Ao longo do aspecto anterior do colo anatômico. Também se mistura com o tendão subescapular.	Translação anterior da cabeça umeral, especialmente em aproximadamente 45-60 graus de abdução. Rotação externa.
Ligamento Glenoumeral inferior (três partes: banda anterior, banda posterior e bolsa axilar de conexão).	Como um grande lençol para as margens anterior-inferior e posterior-inferior do colo anatômico.	Bolsa axilar: 90 graus de abdução, combinado com translações anterior – posterior e inferior. Banda axilar: 90 graus de abdução e rotação externa completa; translação anterior da cabeça umeral. Banda posterior: 90 graus da cabeça umeral; rotação externa.
Ligamento Coracoumeral.	Lado anterior do tubérculo maior. Também se mistura com a cápsula superior e tendão supraespinal.	Adução: translação inferior da cabeça umeral. Rotação externa.

Fonte: Neumann (2011, p. 78).



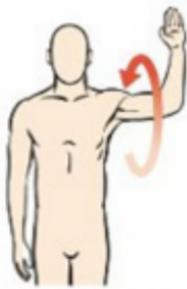
O lábio glenoidal está fortemente envolvido nas patologias que acometem a articulação do ombro. Essa explicação deve-se aos seus fatores estruturais e funcionais, pois cerca de 50% das fibras do tendão da cabeça longa do bíceps são extensão do lábio glenoidal superior e os outros 50 % surgem do tubérculo supraglenoide. Isso implica que movimentos repetitivos e intensos, que estressem o tendão da cabeça longa do bíceps, como no caso de arremessos dos jogadores de beisebol, podem ser transferidos para o lábio e ocasionar o deslocamento deste.

Cinemática da articulação glenoumeral

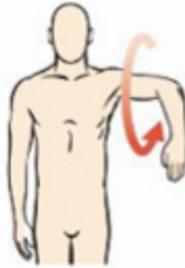
Devido aos seus três graus de liberdade, a articulação GU possui movimentos primitivos de flexão e extensão, rotação interna e rotação externa, abdução e adução. Entretanto há um quarto movimento na GU que é o de flexão horizontal e extensão horizontal, também conhecidos como adução horizontal e abdução horizontal, respectivamente. Esses movimentos de flexão e extensão horizontal ocorrem a partir de 90 graus de abdução, sendo que o úmero se movimenta anteriormente na flexão horizontal e posteriormente na extensão horizontal. Todos esses movimentos estão representados na Figura 1.11.

Figura 1.11 | Cinemática da articulação GU

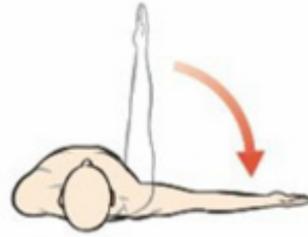




Rotação lateral



Rotação medial



Abdução horizontal



Adução horizontal



Scapcion

Fonte: Lippert (2013, p.116).

Adução e Abdução: a osteocinemática desses movimentos é caracterizada por rotação do úmero no plano frontal, em torno do eixo guiado, no sentido anterior- posterior (Figura 1.13), sendo a abdução de 120 graus em uma pessoa saudável. No complexo do ombro para a abdução completa é necessária uma rotação de 60 graus acima da escápula, simultaneamente.

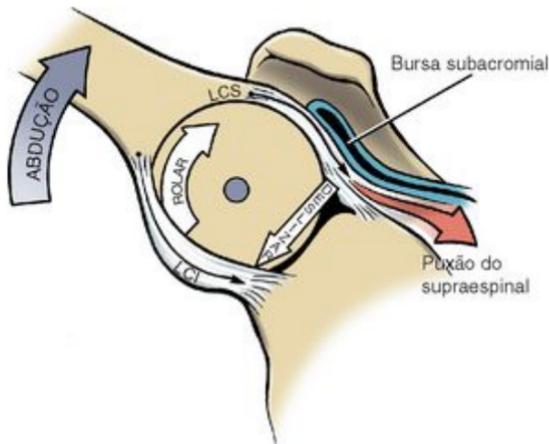
Normalmente a abdução é acompanhada pela rotação externa da articulação GU. Essa rotação externa junto à abdução consente que o tubérculo maior do úmero siga posteriormente ao processo do acrômio, evitando uma compressão das estruturas do espaço subacromial, principalmente do tendão do músculo supraespinhal e da bursa subacromial. A abdução do ombro, envolvendo a artrocinemática está voltada para a cabeça convexa do úmero rolando de forma superior e ao mesmo tempo deslizando inferiormente. A artrocinemática da articulação GU direita pode ser vista na Figura 1.12.



Osteocinemática - são movimentos fisiológicos das estruturas ósseas que ocorrem por meio de um plano e um eixo e que podem ser controlados pelo indivíduo.

Artrocinemática - são movimentos que ocorrem no interior da articulação e que não podem ser controlados pelo indivíduo.

Figura 1.12 | Artrocinemática da articulação GU direita (abdução ativa)



Fonte: Neumann (2011, p. 144).

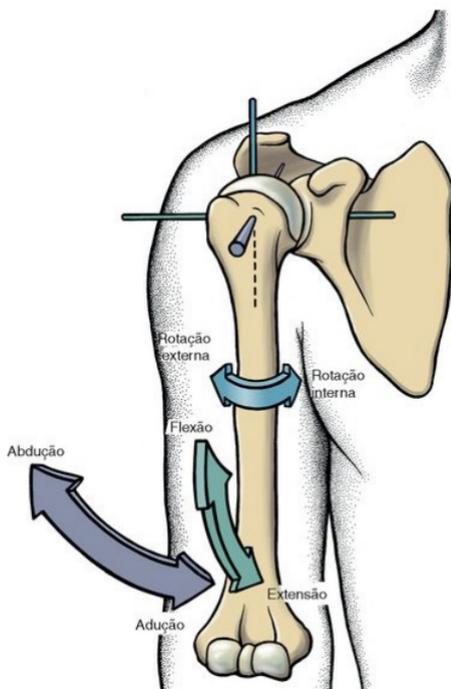
Flexão e Extensão: a osteocinemática desses movimentos são determinados quando ocorre rotação do úmero dentro do plano sagital, em volta do eixo de rotação medial-lateral (Figura 1.13). Na artrocinemática o principal movimento observado é o giratório da cabeça do úmero em volta da cavidade glenoide. O movimento de flexão do ombro até 120 graus fica a cargo da articulação GU. A partir disso, a articulação escápula torácica favorece uma flexão do ombro até 180 graus, máximo de amplitude de flexão do ombro. Já o movimento completo de extensão de forma ativa ocorre em até 65 graus, e de forma passiva em até 80 graus atrás do plano frontal.

Rotação Interna e Externa: a osteocinemática desses movimentos compreende rotação axial do úmero no plano horizontal, esse movimento acontece em torno de um eixo vertical

ou longitudinal em função da epífise do úmero (Figura 1.13). Naartrocinemática faz com que a rotação externa adquira o espaço acima dos diâmetros transversos da cabeça do úmero onde o mesmo desliza anteriormente e rola posteriormente para a cavidade glenoide. Já na rotação interna é o mesmo processo, porém o rolar e deslizar ocorrem de forma inversa.

A osteocinemática da articulação GU (flexão, extensão, adução, abdução, rotação interna e externa) estão representadas com os devidos planos e eixos na figura 1.13. Note que cada eixo está com a mesma cor do plano de movimento correspondente.

Figura 1.13 | Osteocinemática da articulação glenoumeral



Fonte: Neumann (2011, p. 143).

Cinemática geral da abdução do complexo do ombro:

Na cinemática completa do ombro o movimento completo de abdução ocorre quando o processo de rotação para cima é pontuado como um fator essencial, entretanto a combinação entre

as articulações esternoclavicular e acromioclavicular, pactuam o deslocamento completo da escápula. O Quadro 1.6 exposto abaixo descreve como ocorrem os princípios cinemáticos referentes à abdução completa do ombro.

Quadro 1.6 | Princípios cinemáticos referentes à abdução completa do ombro

Princípio 1: baseado em um ritmo escapuloumeral geral de 2:1, a abdução ativa do ombro, de aproximadamente 180 graus, ocorre como resultado de 120 graus de abdução da articulação glenoumeral (GU) e 60 graus de abdução da articulação escapulotorácica simultâneos.

Princípio 2: os 60 graus de rotação da escápula para cima, durante a abdução completa do ombro, são resultado de uma elevação simultânea na articulação esternoclavicular (EC) combinada com a rotação para cima na articulação acromioclavicular (AC).

Princípio 3: a clavícula se retrai na articulação EC durante a abdução do ombro.

Princípio 4: a escápula se inclina posteriormente e roda externamente durante a abdução completa do ombro.

Princípio 5: a clavícula roda posteriormente em torno do seu próprio eixo durante a abdução do ombro.

Princípio 6: a articulação GU roda externamente durante a abdução do ombro.

Fonte: Neumann (2011, p.150).



Pesquise mais

Para você entender mais sobre o movimento de abdução da articulação GU, leia o artigo "Análise do sistema complementar de leitura do movimento de abdução (articulação glenoumeral)".

Disponível em: <<https://ojs.eniac.com.br/index.php/Anais/article/view/414/499>>. Acesso em: 5 abr. 2018.

Sem medo de errar

Após todo conhecimento obtido e dando continuidade à história que contamos no início da seção, foi proposta uma situação-problema, envolvendo as seguintes indagações:

Os alunos do curso de fisioterapia se dedicaram muito para realizar toda a revisão do complexo funcional do ombro e começaram a se preparar para montar a intervenção fisioterapêutica da sra. Ana, sempre focando na reabilitação dos movimentos. Tendo como ponto de referência o conhecimento em cinesiologia do aparelho musculoesquelético e para podermos atender melhor a paciente vamos estudar e responder a seguinte questão. Quais são os estabilizadores proximais e distais do ombro?

Após vários dias de estudos e alguns encontros realizados pelos alunos de fisioterapia, eles apresentaram para o professor Antônio a seguinte resposta: os estabilizadores proximais são classificados como músculos que se iniciam na coluna vertebral, nas costelas e no crânio. Inserindo-se na escápula e na clavícula, temos como exemplos de estabilizadores proximais os músculos serrátil anterior e o trapézio. Os estabilizadores distais são definidos em músculos que começam na escápula e na clavícula e se introduzem no úmero ou no antebraço. Temos como exemplo de estabilizadores distais os músculos do deltoide e bíceps braquial. Para que haja uma função ideal no complexo do ombro é necessária uma interação entre os estabilizadores proximais e distais.

Avançando na prática

Músculos

Descrição da situação-problema

Fabricio é um rapaz de 13 anos que estuda em uma escola particular e mora em uma região onde há um grande poliesportivo com várias atividades físicas. Certa vez Fabricio estava na escola quando recebeu um convite do seu professor de educação física, que é muito amigo do seu irmão João, que é fisioterapeuta e professor universitário, para participar de uma equipe de judô da escola.

Depois de treinar por alguns meses e obter um bom condicionamento físico, Fabricio foi para a competição.

O tão esperado dia chegou e Fabricio foi para sua primeira luta. Após o seu adversário realizar um golpe, Fabricio caiu com muita força no tatame e, com o impacto direto, lesionou o ombro. No

momento da queda todos que estavam perto se preocuparam, pois, ele gritou e estava com expressão de dor, sem conseguir movimentar o braço.

Fabrcio foi encaminhado para o hospital, realizou exames de imagem, raio-X e ultrassom, e foi atendido pelo ortopedista, o qual realizou testes clínicos e visualizou os exames de imagem, identificando apenas uma subluxação do ombro. O ortopedista explicou para ele que talvez ficasse com uma instabilidade da articulação glenoumeral, mas que a fisioterapia ajudaria na reabilitação. Então, o médico prescreveu medicamentos e fisioterapia.

João, irmão do Fabrcio, resolveu levar o caso para os alunos analisarem. João solicitou primeiramente que os alunos reconhecessem as estruturas anatômicas envolvidas no complexo do ombro nos exames de imagem, depois pediu que eles representassem os movimentos do ombro. Por fim, fez o seguinte questionamento: quem lembra quais são os princípios cinemáticos referentes à abdução completa do ombro?

Se você fosse um aluno do professor João, o que você responderia?

Resolução da situação-problema

Pedro levantou a mão e respondeu o questionamento do professor João. Professor, são seis os princípios cinemáticos referentes à abdução completa do ombro. O princípio 1 se refere ao ritmo escapuloumeral geral de 2:1: a abdução ativa do ombro é cerca de 180 graus que ocorre como resultado de 120 graus de abdução da GU e 60 graus de abdução da articulação escapulotorácica paralelos. O princípio 2 é relacionado aos 60 graus de rotação para cima da escápula durante o movimento da abdução completa do ombro, que são efeitos simultâneos de uma elevação na articulação esternoclavicular (EC) agregado ao movimento de rotação para cima na articulação acromioclavicular (AC). No princípio 3, a clavícula se reprime na articulação EC ao longoda abdução do ombro. No princípio 4, a escápula se inclina posteriormente e roda externamente, enquanto ocorre o movimento de abdução completa do ombro. Já no princípio 5, a clavícula roda posteriormente em torno do seu próprio eixo durante a abdução do ombro. E, por fim, no princípio 6, a articulação GU roda externamente durante a abdução do ombro.

Faça valer a pena

1. Os músculos que são classificados como estabilizadores proximais do ombro se iniciam na coluna vertebral, nas costelas e no crânio, inserindo-se na escápula e na clavícula. Já os estabilizadores distais são definidos em músculos que começam na escápula e na clavícula e se introduzem no úmero ou no antebraço. Para que haja uma função ideal no complexo do ombro, é necessária uma interação entre os estabilizadores proximais e distais.

Do(s) músculo(s) citado(s) abaixo qual(is) é (são) considerado(s) como estabilizador(es) proximal (is) do ombro?

- a) Deltoide.
- b) Bíceps braquial.
- c) Serrátil anterior e o trapézio.
- d) Tríceps braquial.
- e) Braquiorradial.

2. A articulação GU possui movimentos primitivos de flexão e extensão, rotação interna e rotação externa, abdução e adução. Porém, há um quarto movimento na GU que é o de flexão horizontal e extensão horizontal, também conhecidos como adução horizontal e abdução horizontal, respectivamente. Esses movimentos de flexão e extensão horizontal ocorrem a partir de 90 graus de abdução, sendo que o úmero se movimenta anteriormente na flexão horizontal e posteriormente na extensão horizontal.

Analise as asserções abaixo:

I- Os movimentos de adução e abdução do ombro são caracterizados pela rotação do úmero no plano frontal, em torno do eixo guiado, no sentido anterior-posterior, sendo a abdução de 120 graus em uma pessoa saudável. No complexo do ombro para a abdução completa é necessária uma rotação de 60 graus acima da escápula, simultaneamente. Normalmente a abdução é acompanhada pela rotação externa da articulação GU.

Porque

II- Os movimentos de flexão e extensão do ombro são determinados quando ocorre rotação do úmero dentro do plano sagital, em volta do eixo de rotação medial-lateral. Na artrocinemática o principal movimento observado é o giratório da cabeça do úmero em volta da cavidade glenoide. O movimento de flexão do ombro até 100 graus ficam a cargo da articulação GU. A partir disso a articulação escápula torácica favorece

uma flexão do ombro até 120 graus, que é o máximo de amplitude de flexão do ombro.

A respeito dessas asserções, assinale a alternativa correta.

- a) As asserções I e II são proposições verdadeiras e a II é uma justificativa da I.
- b) As asserções I e II são proposições verdadeiras, mas a II não é uma justificativa da I.
- c) A asserção I é uma proposição verdadeira e a II é uma proposição falsa.
- d) A asserção I é uma proposição falsa e a II é uma proposição verdadeira.
- e) As asserções I e II são proposições falsas.

3. A articulação GU se localiza na junção da cabeça ampla e complexa do úmero e a concavidade rasa da cavidade glenoide da escápula. Devido à cápsula articular possuir uma estrutura fina e pelo espaço intracapsular da GU ser quase que duas vezes o tamanho da cabeça do úmero, tornam-se necessários componentes que atuem como estabilizadores tanto passivos, quanto ativos da GU.

Analise as asserções abaixo:

I- São considerados como estabilizadores passivos da articulação GU os ligamentos capsulares (ligamentos glenoumeral superior, médio e inferior) e o ligamento glenoumeral e lábio glenoidal, que atuam como uma forma de aprofundamento da articulação GU, aumentando o contato com a cabeça do úmero.

II- A estabilização da GU não se faz somente pelos ligamentos, mas através das forças ativas produzidas pelos músculos do manguito rotador (subescapular, infraespinal, supraespinal e redondo menor) e do tendão da cabeça longa do bíceps braquial, mantendo-se assim, a estabilidade articular durante os movimentos ativos em qualquer posição articular.

A respeito dessas asserções, assinale a alternativa correta:

- a) As asserções I e II são proposições verdadeiras e a II é uma justificativa da I.
- b) As asserções I e II são proposições verdadeiras, mas a II não é uma justificativa da I.
- c) A asserção I é uma proposição verdadeira e a II é uma proposição falsa.
- d) A asserção I é uma proposição falsa e a II é uma proposição verdadeira.
- e) As asserções I e II são proposições falsas.

Seção 1.3

Ação muscular e análise biomecânica: complexo do ombro

Diálogo aberto

Prezado aluno, nessa seção vamos estudar sobre as ações musculares e a análise biomecânica referente ao complexo do ombro. O estudo dessa seção vai nos ajudar, ainda mais, a criarmos cuidados em relação à situação de Dona Ana, apresentada no início da unidade. Dona Ana foi diagnosticada com bursite subacromial, provavelmente por conta do mau uso ou do uso repetitivo do braço. Foi-lhe indicado tomar medicação e fazer fisioterapia, portanto, foi até a UBS, onde o professor Antônio, que estava acompanhando seus alunos, recebeu-a.

Vamos verificar a decisão dos alunos quanto à patologia apresentada.

Os alunos decidiram junto com o professor Antônio estudar mais sobre o caso da sra. Ana, sabendo que esta é uma patologia que acomete muitas pessoas hoje em dia. Além disso, o estudo em grupo com a presença do professor ajuda nas dúvidas que podem vir a existir e que já seriam solucionadas no momento. O professor Antônio achou necessário que os alunos estudassem também sobre a musculatura que acomete o complexo do ombro. Quais os músculos que rodam internamente e externamente o ombro? Vamos descobrir!

Não pode faltar

Para podermos iniciar essa seção, vamos aprender alguns itens importantes para os nossos estudos? Como vamos falar sobre músculos, é importante sabermos que, no complexo do ombro, existem duas divisões de variedades funcionais, mobilizadores distais e proximais, e, para que haja um funcionamento ideal do complexo do ombro, é muito importante a comunicação entre essas categorias:

- Mobilizadores distais são músculos que se originam na escápula e na clavícula, introduzindo-se no úmero ou no antebraço. Exemplos desses mobilizadores distais são os músculos bíceps braquial e deltoide.
- Estabilizadores proximais são músculos que têm início na coluna, nas costelas e no crânio, introduzindo-se na escápula e na clavícula. Os músculos com maior destaque são o serrátil anterior e o trapézio.

O recebimento da inervação na extremidade superior vem do que denominamos plexo braquial. No complexo do ombro não é diferente, pois a grande maioria de sua inervação motora é herdada das ramificações do plexo braquial e se dividem em:

1. Os nervos que se ramificam a partir do cordão posterior do plexo braquial, como os nervos axilares, toracodorsal e subescapular.
2. Os nervos que se ramificam a partir dos seguimentos mais proximais do plexo braquial, como os nervos escapular dorsal, peitoral e supraescapular e torácico longo.

O Quadro 1.7 cita os nervos que constituem o complexo do ombro.

Quadro 1.7 | Plexo braquial: nervos, raízes e músculos

Nervo	Relação no Plexo Braquial	Raiz(es) Nervo (s) Primária (s)	Músculos Supridos
Axilar	Cordão posterior	C ⁵ ,C ⁶	Deltoide e redondo menor.
Toracodorsal (subescapular médio).	Cordão posterior	C ⁶ ,C ⁷ ,C ⁸	Latíssimo do dorso.
Subescapular Superior	Cordão posterior	C ⁵ ,C ⁶	Fibras superiores do subescapular.
Subescapular Inferior	Cordão posterior	C ⁵ ,C ⁶	Fibras inferiores do subescapular e redondo maior.
Peitoral lateral	No cordão lateral ou próximo a ele.	C ⁵ ,C ⁶ ,C ⁷	Peitoral maior e ocasionalmente o peitoral menor.

Peitoral medial	No cordão medial ou próximo a ele.	C ⁸ , T ¹	Peitoral maior (cabeça esternocostal) e peitoral menor.
Supraescapular	Tronco superior	C ⁵ ,C ⁶	Supraespinal e infraespinal.
Subclávio	Tronco superior	C ⁵ ,C ⁶	Subclávio
Escapular dorsal	Raiz nervosa de C ⁵	C ⁵	Romboide maior e menor, elevador da escápula Também innervado pelas raízes C3 e C4 do plexo braquial.
Torácico longo	Proximal aos troncos.	C ⁵ ,C ⁶ ,C ⁷	Serrátil anterior

Fonte: Neumann (2011, p. 151).

Ação dos músculos da articulação escapulotorácica

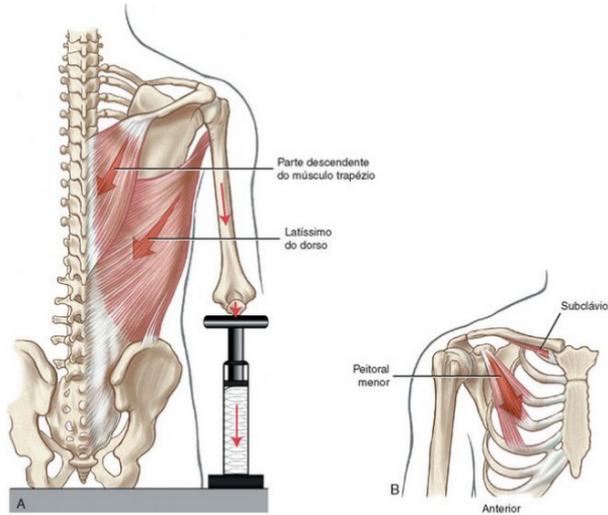
Para que ocorram os movimentos através da escápula e do tórax é necessária uma demanda de contribuição das articulações esternoclavicular (EC) e acromioclavicular (AC). Os músculos dessa articulação são definidos a partir de suas ações: elevação, depressão, prostração, retração e rotação para cima e para baixo.

Os músculos responsáveis pela elevação da articulação escapulotorácica são os músculos levantador da escápula, parte ascendente do trapézio e o romboide, sendo esses os músculos que dão suporte à posição da cintura escapular e à extremidade superior. Já o movimento de depressão da articulação escapulotorácica é realizado pelo músculo trapézio, parte descendente, pelo subclávio, peitoral menor e latíssimo do dorso. Dentre esses, o músculo subclávio, que tem uma ação indireta na escápula durante a depressão, puxa inferiormente a clavícula, além de fornecer uma estabilização da articulação EC. Já os músculos trapézio (parte descendente) e o peitoral menor agem diretamente na escápula, e o latíssimo do dorso age indiretamente na depressão da cintura escapular, deslocando o úmero para baixo.

Os músculos depressores geram uma força que pode ser direcionada pela escápula e pela extremidade superior e destinada contra um objeto, como uma mola. Na Figura 1.14 podemos observar os músculos depressores da articulação.

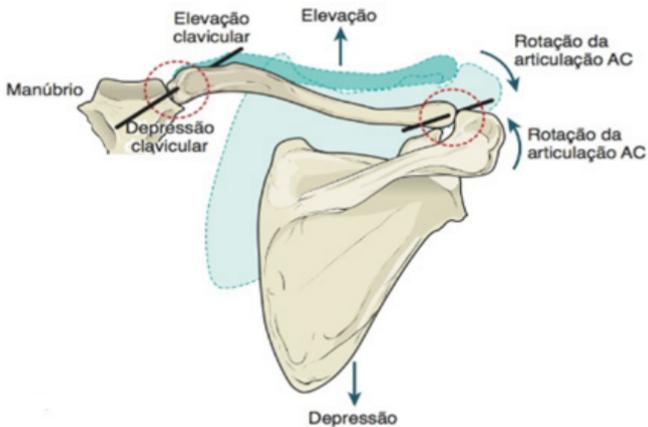
Em relação ao eixo anteroposterior de movimento de elevação ou depressão na articulação EC, a rotação inferior ou superior de ajuste da articulação AC produz elevação ou depressão da escápula no tórax (ver Figura 1.15).

Figura 1.14 | Depressores dos músculos da articulação escapulotorácica



Fonte: Neumann (2011, p. 153).

Figura 1.15 | Elevação escapulotorácica

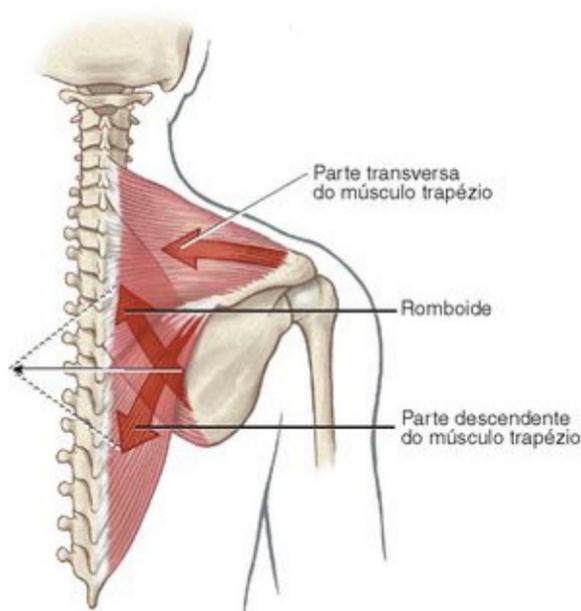


Fonte: Houglum (2014, p. 167).

O movimento de protração da escápula sucede após a soma de rotações no plano horizontal, tanto na escapulotorácica quanto na articulação acromioclavicular, sendo o músculo serrátil anterior o principal músculo dessa ação, pois tem uma grande força de alavanca, tanto para a protração em volta do eixo vertical, quanto de rotação da articulação. Essa força muitas vezes é transferida pela articulação glenoumeral (GU), sendo utilizada nos movimentos de empurrar para frente e alcançar.

Por outro lado, a retração da escápula acontece de forma igual, porém inversa em relação a protração. A porção transversa do músculo trapézio possui uma excelente força para a retração da escápula, já os músculos romboide e parte descendente do trapézio têm função secundária de retração. Esses retratores ficam ativos quando ocorre o movimento de puxar, unindo a escápula ao esqueleto axial. É importante ressaltar que os retratores secundários podem dividir ações similares ou trabalhar como antagonistas diretos um para o outro. A Figura 1.16 mostra ação em conjunto dos músculos retratores da escápula.

Figura 1.16 | Ação dos músculos retratores da escápula



Fonte: Neumann (2011, p. 155).



Os movimentos que ocorrem através da escápula e do tórax são necessárias contribuições das articulações EC e AC. Os músculos dessa articulação são definidos a partir de suas ações: elevação, depressão, prostração, retração e rotação para cima e para baixo e podem atuar diretamente ou indiretamente na cintura escapular

Músculos que realizam a elevação do braço

Esse movimento de elevação do braço é descrito como o movimento de trazer o braço sobre a cabeça não apontando o plano exato do movimento realizado. Ver Quadro 1.8 os músculos que fazem parte da elevação do braço.

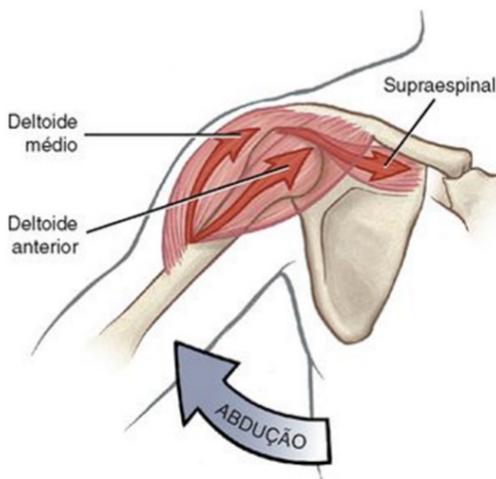
Quadro 1.8 | Músculos responsáveis pela elevação do braço

Músculos da articulação glenoumeral	Músculos da articulação escapulotorácica	Músculos do manguito rotador
Deltoide anterior e médio	Serrátil anterior	Supraespinhal
Supraespinhal	Trapézio	Infraespinhal
Coracobraquial		Redondo menor
Bíceps (cabeça longa)		Subescapular

Fonte: Neumann (2011, p. 155).

Os músculos que abduzem a articulação GU são o supraespinhal, deltoide anterior e deltoide médio (Figura 1.17). Dentre esses três músculos, o supraespinhal e o deltoide médio são ativados no início da elevação, com nível máximo de contração próximo aos 90 graus de abdução, ajudando na estabilização da cabeça do úmero dentro da concavidade da cápsula inferior da articulação.

Figura 1.17 | Músculos como abdutores da articulação GU

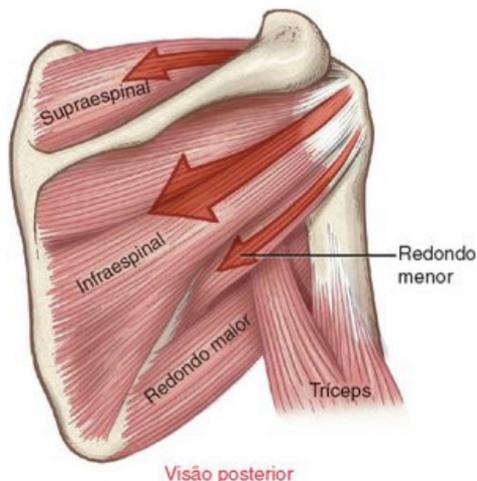


Fonte: Neumann (2011, p. 155).

Na articulação escapulotorácica a rotação para cima é crucial para a elevação completa do braço acima da cabeça. Os principais músculos são o serrátil anterior e as fibras superiores e inferiores do trapézio, que, além de conduzir a rotação da escápula para cima, fornecem informações primárias para os mobilizadores distais, músculo deltoide e músculos do manguito rotador.

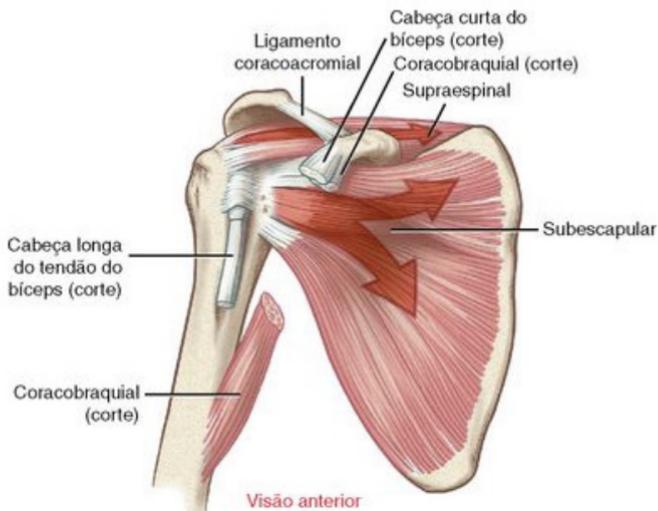
No movimento em que o braço é elevado até a cabeça os músculos subescapular, supraespinal, redondo menor e infraespinal (manguito rotador), apresentam uma forte atividade EMG (atividade eletromiográfica) agindo principalmente como reguladores da estabilidade dinâmica da GU e controladores ativos da artrocinemática da GU. Na Figura 1.18 pode-se observar a direção das fibras dos músculos supraespinal, redondo menor e infraespinal, uma observação que podemos notar na imagem é a inserção distal dos músculos que se misturam dentro da articulação GU sempre dando um reforço aos pontos superiores e posteriores articulares. E na Figura 1.19, pode-se observar um aspecto anterior do ombro direito, o músculo subescapular, que se funde com a cápsula anterior da articulação GU antes de se unir com o tubérculo menor do úmero. Também são vistas duas direções das fibras do músculo subescapular.

Figura 1.18 | Ombro direito, visão posterior



Fonte: Neumann (2011, p. 158).

Figura 1.19 | Ombro direito, visão anterior

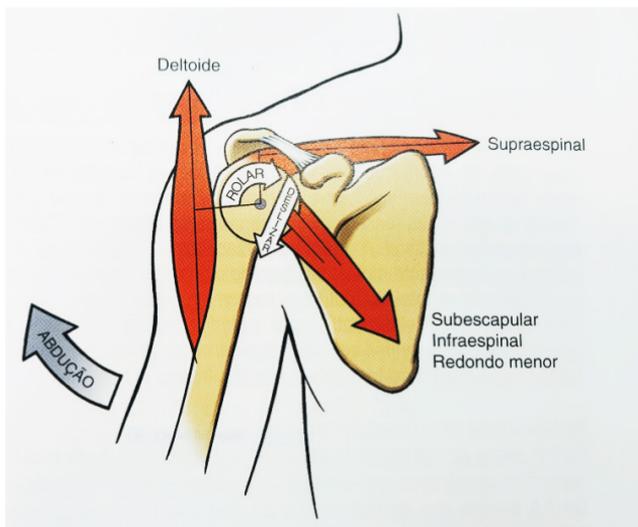


Fonte: Neumann (2011, p. 159).

Em relação à função dos músculos do manguito rotador, na função de controlar a artrocinemática da abdução da GU, temos o músculo supraespal que realiza o rolamento superior da cabeça do

úmero, faz com que a cabeça do úmero fique condensada contra a cavidade glenoidal e faz com que ocorra uma área semirrígida acima da cabeça do úmero limitando a translação superior excessiva deste. O músculo infraespal, redondo menor, subescapular, com função de exercer uma força de depressão na cabeça do úmero e, por fim, os músculos infraespal e redondo menor que fazem a rotação externa do úmero. Na figura 1.20 observamos a artrocinemática da abdução da articulação GU.

Figura 1.20 | Artrocinemática da abdução da articulação GU

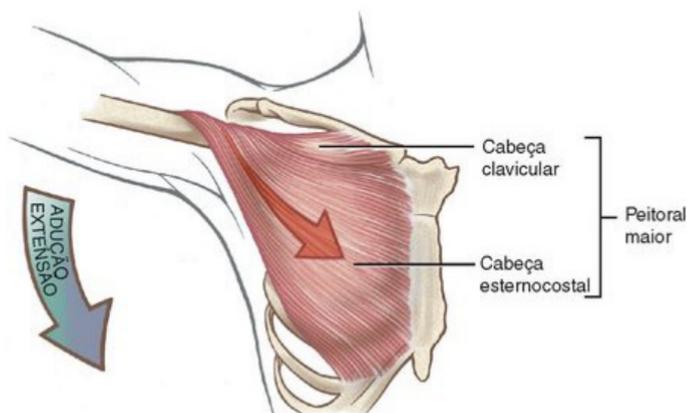


Fonte: Neumann (2011, p. 159).

Músculos que realizam adução e extensão do ombro

A função de aduzir e estender o ombro fica a cargo dos músculos deltoide posterior, latíssimo do dorso, cabeça longa do tríceps braquial, o redondo maior e da cabeça esternocostal do peitoral maior. A ação deste último é evidenciada na Figura 1.21. Esses músculos trabalham no momento em que realizamos o movimento de puxar o braço contra uma força imposta, como quando subimos em uma corda ou no momento quando nadamos para impulsionar o corpo pela água (propulsão). Importante ressaltar que os músculos redondos maior, peitoral maior e o latíssimo do dorso, quando se unem, têm os maiores braços de momento nos movimentos de adução e extensão, concomitantemente.

Figura 1.21 | Função de adução e extensão da cabeça esternocostal do peitoral maior



Fonte: Neumann (2011, p. 162).



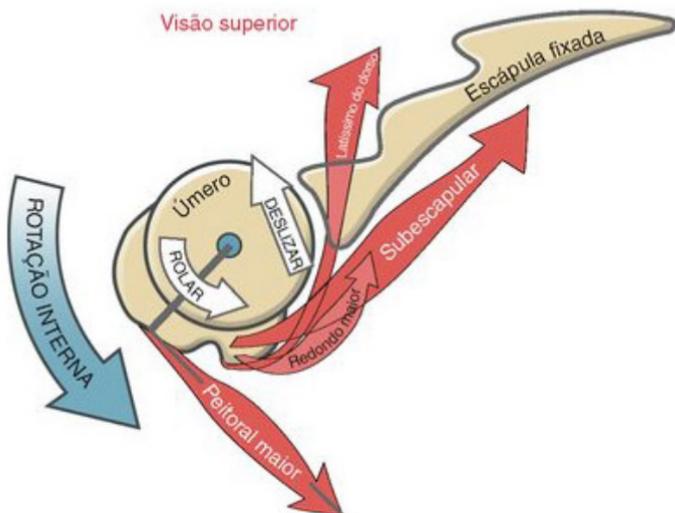
Refleta

Quando um indivíduo carrega uma carga pesada, como uma maleta nas mãos, a contração dos músculos deltoide, bíceps ou tríceps braquial, com suas linhas de ação verticais, mantém a cabeça do úmero firme na cavidade glenoidal. Porém, verificou-se que esses músculos ficam mudos eletromiograficamente, mesmo com cargas de 11 kg nas mãos.

Músculos que realizam a rotação interna e externa do ombro

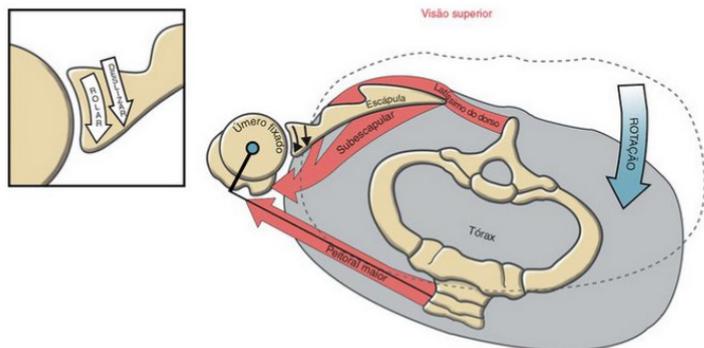
Em relação à rotação interna da articulação GU ocorre pela ação dos músculos deltoide anterior, peitoral maior, subescapular, redondo maior e latíssimo do dorso. A maioria desses rotadores também são usados para realizar extensão e adução, como no movimento de nadar para impulsionar o corpo pela água (propulsão). Essa rotação interna da articulação GU pode ocorrer com a escápula fixa e o úmero livre para rodar internamente, ou seja, a artrocinemática dessa rotação se apoia na cabeça do úmero convexa que roda dentro da cavidade glenóide (Figura 1.22), ou também pode ocorrer quando o úmero está fixo e a escápula livre (Figura 1.23). A artrocinemática e a função muscular existentes fazem com que o tronco e a escápula rodem ao redor do úmero fixo (Figura 1.23).

Figura 1.22 | Ação dos músculos rotadores com escápula fixa e úmero livre (visão superior)



Fonte: Neumann (2011, p. 163).

Figura 1.23 | Ação dos músculos rotadores com úmero fixo e escápula e tronco livres (visão superior)



Fonte: Neumann (2011, p. 165).

A rotação externa da articulação GU é realizada pela ação dos músculos deltoide posterior, redondo menor e infraespinhal. Esses músculos contribuem com uma pequena porcentagem no volume muscular do ombro e produzem o menor torque de esforço máximo em relação a qualquer grupo muscular do ombro. Apesar disso, eles são usados para gerar contrações concêntricas de alta velocidade.



Exemplificando

Nos arremessos em jogos de beisebol, handebol, entre outros, podemos observar contrações concêntricas de alta velocidade durante o movimento de rotação externa do ombro.

Alterações biomecânicas nas disfunções dos movimentos do ombro

Muitos estudos apontam que os indivíduos com disfunções no complexo articular do ombro relatam uma dor maior no retorno da elevação dos MMSS do que na própria elevação. Existem algumas alterações biomecânicas, as principais estão descritas abaixo:

Instabilidade pós-traumática: define-se por algum evento específico que envolva a articulação GU. Nesses casos, na maioria das vezes os deslocamentos traumáticos são causados na região anterior e são devidos à queda ou a uma força de colisão. A patomecânica desse deslocamento anterior envolve o movimento ou a posição extrema de rotação externa em posição de abdução.



Vocabulário

Patomecânica: alteração/patologia relacionada ao movimento.

Instabilidade não traumática: esse evento não está ligado a trauma. Podemos observar no diagnóstico que há uma lassidão ligamentar excessiva e estendida a todo corpo, constantemente definida como congênita. As causas observadas nessa patologia são displasia óssea, fraqueza óssea, cinemática escapular anormal, distúrbios neuromusculares, entre outros. Estão sendo observados ótimos resultados com terapias conservadoras envolvendo alongamentos e exercícios de coordenação.

Instabilidade adquirida do ombro: essa patologia está relacionada à hiperextensão seguido de microtrauma dos ligamentos da cápsula dentro da articulação GU. Muitas vezes

essa condição também está ligada a movimentos repetitivos do ombro em alta velocidade, os quais envolvem rotação externa e abdução extremas, como ocorre na preparação para um arremesso, em que há a falta da capacidade em desacelerar o movimento, como no caso dos jogadores de beisebol, vôlei, handebol, entre outros, gerando sobrecarga na cápsula posterior do ombro. Posteriormente poderá haver lesão do lábio glenoidal, chamada de lesão SLAP (Lesão do Lábio Superior de Anterior para Posterior).

Vulnerabilidade do Supraespinal: o músculo supraespinal é um dos músculos mais utilizados no complexo do ombro. Ele contribui com o deltoide durante a abdução e também ajuda a fornecer estabilidade dinâmica, e, às vezes, estática da GU. A força produzida pelo músculo supraespinal durante muitos anos pode levar à vulnerabilidade do mesmo, onde o tendão pode rasgar, conforme ele se insere dentro da cápsula e no tubérculo maior do úmero.

Síndrome do Impacto Subacromial: esse distúrbio está entre os distúrbios mais comuns do ombro, evidenciado na prática clínica. Essa síndrome está associada a uma compressão de repetição não genuína dos tecidos no interior do espaço subacromial. A dor, então, está concentrada principalmente na região anterior do ombro, agravando-se durante o movimento ativo da abdução de 60 a 120 graus. Essa síndrome pode também ser causada por patologias que estão ligadas à articulação GU, como instabilidade ligamentar, capsulite adesiva, tensão excessiva na cápsula posterior, dentre outras.



Pesquise mais

Você pode fixar melhor os conhecimentos sobre os músculos que movimentam o ombro, visualizando o vídeo a seguir:

ANATOMIA em 3D "músculos do ombro". 2016. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=49Y_ZcvnEns>. Acesso em: 22 abr. 2018.

Sem medo de errar

Na situação problema desta seção abordamos a história de dona Ana, que, após um diagnóstico de bursite subacromial, teve necessidade de realizar algumas sessões de fisioterapia. Na UBS, o professor Antônio, que estava acompanhando seus alunos em campo de estágio, atende D. Ana e pede para os alunos analisarem o caso, sobre o qual passou estudo em grupo.

Os alunos, então, junto com o professor Antônio, começaram estudar mais sobre o caso da Sra. Ana, sabendo que o que ela tem é uma patologia que acomete muitas pessoas hoje em dia. Além disso, o estudo em grupo com a presença do professor ajuda nas dúvidas que podem vir a existir, solucionando-as já no momento em que surjam.

O professor Antônio achou necessário que os alunos estudassem também sobre a musculatura que acomete o complexo do ombro. Quais os músculos que rodam internamente e externamente o ombro?

A rotação interna da articulação GU ocorre pela ação dos músculos deltoide anterior, peitoral maior, subescapular, redondo maior e latíssimo do dorso. A maioria desses rotadores são usados também para realizar extensão e adução, como no movimento de nadar para impulsionar o corpo pela água (propulsão). Já a rotação externa da articulação GU é realizada pela ação dos músculos deltoide posterior, redondo menor e infraespinhal. Esses músculos contribuem com uma pequena porcentagem no volume muscular do ombro e produzem o menor torque de esforço máximo em relação a qualquer grupo muscular do ombro. Apesar disso, eles são usados para gerar contrações concêntricas de alta velocidade.

Avançando na prática

Lesão muscular: deltoide médio e anterior

Descrição da situação-problema

Maria Clara é casada há 10 anos com Paulo Ricardo, é administradora de empresa, e juntos tiveram dois filhos, Pedro de

6 anos e Laura de 4 anos. Todos os dias, Maria Clara antes de ir trabalhar deixa os dois filhos na escola. Em uma manhã chuvosa Maria Clara acordou, como todos os dias da semana, e após suas atividades normais em casa, deixou seus filhos na escola e foi para o seu trabalho. Por volta das 14:20, ela recebe uma ligação da escola dizendo que o seu filho Pedro tinha sofrido uma queda do escorregador e que o seu ombro inchou, além de referir muita dor. Maria Clara ficou muito nervosa, mas eles disseram que já haviam acionado a emergência. A ambulância chegou e logo em seguida Maria Clara. Ela resolveu acompanhar o filho na ambulância e avisou o marido.

Quando Maria Clara chegou no hospital, seu marido Paulo já a esperava do lado de fora. No mesmo instante, o menino foi encaminhado para o raio-X, e, em seguida, foi para consulta médica. Após exame clínico o médico ortopedista afirmou que não houve fratura, mas que teve uma lesão em região dos músculos deltoide médio e anterior. O ortopedista receitou medicações e encaminhamento para a Fisioterapia. Maria Clara decidiu levá-lo para sua amiga Karen, que tem uma clínica de Fisioterapia na área de traumatologia e ortopedia. Logo no primeiro dia de fisioterapia, Maria Clara fez várias perguntas para Karen, sendo duas delas: qual movimento Pedro teria dificuldade para fazer e se demoraria para recuperá-lo.

Vamos ajudar a Karen a responder os questionamentos de Maria Clara?

Resolução da situação-problema

Karen respondeu a Maria Clara que Pedro não demoraria a movimentar o ombro normalmente, porque foi uma contusão de leve a moderada, mas que precisaria de repouso e de fisioterapia. Karen também explicou que pelo local da contusão, ficaria com dificuldade de abdução do ombro (articulação GU), no início da elevação e principalmente para conseguir abduzir o braço até 90 graus.

Faça valer a pena

1. O movimento de retração da escápula acontece de forma igual, porém inversa em relação ao movimento protração. A porção transversa do músculo trapézio possui uma excelente força para a retração da escápula. Já os músculos romboides e a parte descendente do trapézio têm função secundária de retração. Esses retratores ficam ativos quando ocorre um movimento que age unindo a escápula ao esqueleto axial.

Qual movimento faz com que os retratores fiquem ativos e unam a escápula ao esqueleto axial?

- a) Arremessar.
- b) Deprimir.
- c) Puxar.
- d) Protrair.
- e) Elevar.

2. A rotação interna da articulação glenoumeral ocorre pela ação dos músculos deltoide anterior, peitoral maior, subescapular, redondo maior e latíssimo do dorso. A maioria desses rotadores também são usados para realizar extensão e adução, como no movimento de propulsão na natação.

Analise as asserções abaixo:

I- A rotação interna da articulação GU pode ocorrer com a escápula fixa e o úmero livre para rodar internamente, ou seja, a artrocinemática dessa rotação se apoia na cabeça do úmero convexa que roda dentro da cavidade glenóide,

PORQUE

II- A rotação interna também pode ocorrer quando o úmero está fixo e a escápula livre, ou seja, a artrocinemática e a função muscular existentes fazem com que o tronco e a escápula rodem ao redor do úmero fixo.

A respeito dessas asserções, assinale a alternativa correta:

- a) As asserções I e II são proposições verdadeiras, e a II é uma justificativa da I.
- b) As asserções I e II são proposições verdadeiras, mas a II não é uma justificativa da I.
- c) A asserção I é uma proposição verdadeira, e a II é uma proposição falsa.
- d) A asserção I é uma proposição falsa, e a II é uma proposição verdadeira.
- e) As asserções I e II são proposições falsas.

3. Os músculos que abduzem a articulação GU são o supraespal, deltoide anterior e deltoide médio. Dentre esses três músculos, o supraespal e o deltoide médio são ativados no início da elevação, com nível máximo de contração próximo aos 90 graus de abdução, ajudando na estabilização da cabeça do úmero dentro da concavidade da cápsula inferior da articulação.

I- Na artrocinemática da abdução da GU, o músculo supraespal que realiza o rolamento superior da cabeça do úmero faz com que a cabeça do úmero fique condensada contra a cavidade glenoidal e faz com que ocorra uma área semirrígida acima da cabeça do úmero, limitando a translação superior excessiva deste.

PORQUE

II- Na artrocinemática da abdução da GU, o músculo infraespal, redondo menor, subescapular com função de exercer uma força de depressão na cabeça do úmero e, por fim, nos músculos infraespal e redondo menor, que fazem a rotação interna do úmero.

A respeito dessas asserções, assinale a alternativa correta?

- a) As asserções I e II são proposições verdadeiras, e a II é uma justificativa da I.
- b) As asserções I e II são proposições verdadeiras, mas a II não é uma justificativa da I.
- c) A asserção I é uma proposição verdadeira, e a II é uma proposição falsa.
- d) A asserção I é uma proposição falsa, e a II é uma proposição verdadeira.
- e) As asserções I e II são proposições falsas.

Referências

- BURKART, A. C.; DEBSKI, R. E. **Anatomy and Function of the Glenohumeral Ligaments in Anterior Shoulder Instability.** Clin Orthop Relat Res, Pittsburgh, 2002, n. 400, p. 32-39.
- DINIZ, M. F.; VASCONCELOS T. B.; ARCANJO G. N.; Análise da incidência de lesões na articulação do ombro em atletas de natação, **Rev. Fisioter. S. Fun.**, Fortaleza, 2015, v. 4, n. 1, p. 14-22.
- COTA, E. G.; FARIA, C. D. C. M. Características biomecânicas da articulação escapulotorácica no retorno da elevação dos membros superiores: uma revisão da literatura. **Acta Fisiátrica**, v. 18, n. 2, p. 83-90, 2011. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/actafisiatrica/article/view/103622>>. Acesso em: 14 abr. 2018.
- GIORDANO, M. et al. Tratamento conservador da síndrome do impacto subacromial: estudo em 21 pacientes. **Acta Fisiátrica**, v. 7, n. 1, p. 13-19, 2000. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/actafisiatrica/article/view/102251/100632>>. Acesso em: 15 abr. 2018.
- HALL, S. J. **Biomecânica básica**. 7. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2018.
- HOUGLUM, P. A.; BERTOTI, D. B. **Cinesiologia Clínica de Brunnstrom**. Tradução de Jerri Ribeiro. 6.ed. Barueri: Manole, 2014.
- KAPANDJI, A. I. **O que é biomecânica**. 6. ed. Barueri: Manole, 2013.
- LIPPERT, L. S. **Cinesiologia clínica e anatomia**. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2013.
- MOORE, K. L.; AGUR, A. M. R.; DALLEY, A. F. **Anatomia orientada para clínica**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2017b.
- _____. **Fundamentos de anatomia clínica**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2017a.
- NEUMANN, D. A. **Cinesiologia do aparelho musculoesquelético: fundamentos para reabilitação**. Tradução de Renata Scavone de Oliveira et al. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.
- OATIS C. A. **Cinesiologia: a mecânica e a patomecânica do movimento humano**. 2. ed. Barueri: Manole, 2014.
- SCHNEIDER, P; HENKIN, S.; MEYER, F. Força muscular de rotadores externos e internos de membro superior em nadadores púberes masculinos e femininos. **R. bras. Ci. e Mov**, v. 14, n. 1, p. 29-36, 2006.
- SMITH, L. K., WEISS, E. L.; LEHMKUHL, L. D. **Cinesiologia clínica de Brunnstrom**. 5. ed. São Paulo: Manole, 1997.
- SPENCE, A. P. **Anatomia humana básica**. 2. ed. Barueri: Manole, 1991.
- TEIXEIRA. C. L. Equilíbrio e controle postural. **Brazilian Journal of Biomechanics**. vol. 11, n. 20, 2010.
- VAN DE GRAAFF, K. M.; WAFAE, N. Anatomia humana. 6. ed. Barueri: Manole, 2003.

Estudo morfofuncional do cotovelo e antebraço

Convite ao estudo

Prezado aluno do curso de Fisioterapia, seja muito bem-vindo à segunda unidade da disciplina de Ciências Morfofuncionais do Aparelho Locomotor - Membros Superiores, Cabeça e Tronco.

Na unidade anterior estudamos bastante sobre o complexo do ombro. Agora vamos estudar o cotovelo e o antebraço, abordando tópicos como denominação, componentes, localização, inervação e classificação dos músculos. Depois disso vamos estudar sobre a ação muscular que envolve o cotovelo e o antebraço e, para finalizar, faremos a análise e veremos as disfunções biomecânicas do cotovelo e do antebraço. Para iniciar vamos lembrar a história de Maria e Mauro.

Celso é professor da área de engenharia, mas nas horas vagas pratica ciclismo. Ele é casado e é pai da Maria, uma aluna exemplar do curso de graduação em Fisioterapia. A moça está no quarto ano do curso e é monitora da disciplina Ciências Morfofuncionais do Aparelho Locomotor - Membros Superiores, Cabeça e Tronco.

Certo dia, no corredor da faculdade, Maria estava conversando com Mauro, um colega que também é monitor da mesma disciplina que ela, sobre o que poderiam fazer de atividades para ajudar os alunos, e ela lembrou da história do pai. Maria contou a Mauro que sempre acompanhava seu pai, Celso, em suas competições de ciclismo, e que em uma das competições ele havia sofrido um acidente, tendo fraturado a porção proximal da ulna e do rádio, na região do cotovelo. Celso precisou fazer cirurgia e fisioterapia, pois estava com dificuldade para realizar movimento de flexão e extensão

do cotovelo, além de promoção e supinação do antebraço. Nesse momento, Maria precisou recorrer ao conhecimento sobre estruturas e ações musculares que envolvem o cotovelo e o antebraço, além da biomecânica dessas estruturas. Pensando nessa história que Maria contou, Mauro sugeriu que as atividades com os alunos fossem sobre o cotovelo e o antebraço, para que pudessem estudar desde estruturas, componentes e ações, até a biomecânica.

Vamos ajudar Maria e Mauro a organizarem os estudos do complexo do cotovelo e do antebraço para os alunos do curso de Fisioterapia?

Seção 2.1

Classificação e componentes: cotovelo e antebraço

Diálogo aberto

Caro aluno, nesta nova seção vamos estudar sobre os componentes, denominações que envolvem o cotovelo e antebraço, além da classificação e inervação dos músculos. Para ajudá-lo a compreender melhor esses assuntos, vamos ver a história da Maria e do Mauro.

Nessa nova jornada Maria e Mauro decidiram primeiro organizar como iriam ministrar as aulas de monitoria e, logo de início, realizaram uma pesquisa entre os alunos para saber as principais dúvidas que eles tinham. E a principal foi sobre a cinesiologia referente ao cotovelo. Então os monitores decidiram revisar a classificação e componentes que fazem parte do cotovelo. E os alunos adoraram!

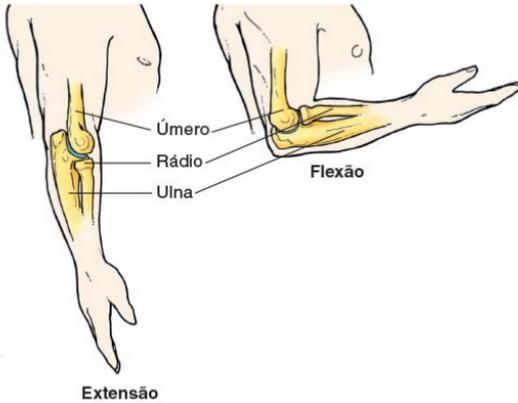
Então, para iniciar, vocês vão estudar e responder qual a denominação e quais os componentes das articulações do cotovelo.

Não pode faltar

O complexo do cotovelo e antebraço é formado por três ossos e quatro articulações, sendo que duas articulações são envolvidas nos movimentos do cotovelo e duas nos movimentos do antebraço. Agora iremos focar no cotovelo e em seguida, no antebraço.

O cotovelo é formado por três ossos: o úmero, a ulna e o rádio e por duas articulações: articulação úmero-ulnar (tróclea do úmero e a incisura troclear da ulna) e a articulação umerorradial (capítulo do úmero e a cabeça do rádio), tendo como principais movimentos o de flexão e extensão. Esses movimentos do cotovelo são de extrema importância para as atividades de vida diária (AVD's), tais como, comer, lançar objetos, higiene pessoal, como pentear cabelo, escovar os dentes, dentre outras. Os ossos que formam o cotovelo estão representados na Figura 2.1. Note também a posição das estruturas em relação aos movimentos de flexão e extensão.

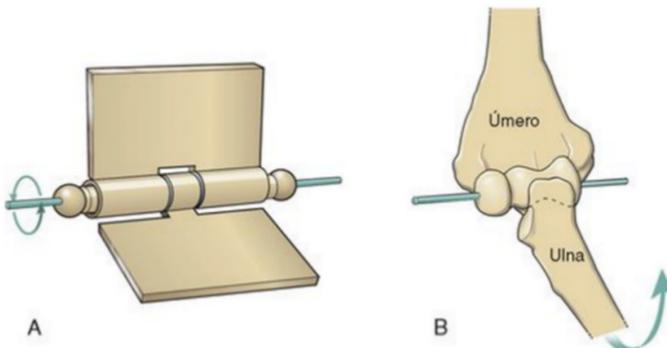
Figura 2.1 | Ossos e movimentos do cotovelo



Fonte: Moore, Agur e Dalley (2017a, [s.p.]).

O encaixe perfeito entre a tróclea e a incisura troclear promove uma estabilidade estrutural no cotovelo e este, por possuir uma movimentação uniplanar de flexão e extensão, é considerado como gínglimo ou articulação em dobradiça, sendo demonstrado na Figura 2.2. A imagem A da figura ilustra a similaridade da articulação umeroulnar com uma dobradiça, e a imagem B mostra o eixo de rotação, sendo evidenciado pelo pino. Já a ulna realiza uma leve rotação axial, ou seja, a rotação no próprio eixo longitudinal, realizando também o movimento lateral durante a extensão e a flexão, sendo, por isso, mais indicado afirmar que a articulação do cotovelo seria uma dobradiça modificada.

Figura 2.2 | Articulação em dobradiça



Fonte: Neumann (2011, p. 31).

Os movimentos de extensão e flexão do cotovelo sucedem em um eixo de rotação mediolateral relativamente estacionário, percorrendo pelo epicôndilo lateral. De medial a lateral, o eixo segue um caminho relativamente superior, relacionando o prolongamento distal da borda medial da tróclea. Essa união da tróclea faz com que ocorra na ulna um desvio lateral desta em relação ao úmero. Denomina-se cúbito valgo normal quando o ângulo, no plano frontal, é realizado normalmente durante o movimento de extensão pelo cotovelo. Em alguns casos, quando o cotovelo se encontra estendido, pode-se apresentar um cúbito excessivo, com mais 20 a 25 graus. No antebraço pode ocorrer com menor frequência, apresentando uma deformidade no cúbito varo, no qual, há um desvio no antebraço em direção à linha média.



Vocabulário

As palavras *valgo* e *varo*, são derivadas de expressões latinas que correspondem a *virado para fora* (abduzido) e *virado para dentro* (aduzido), respectivamente.

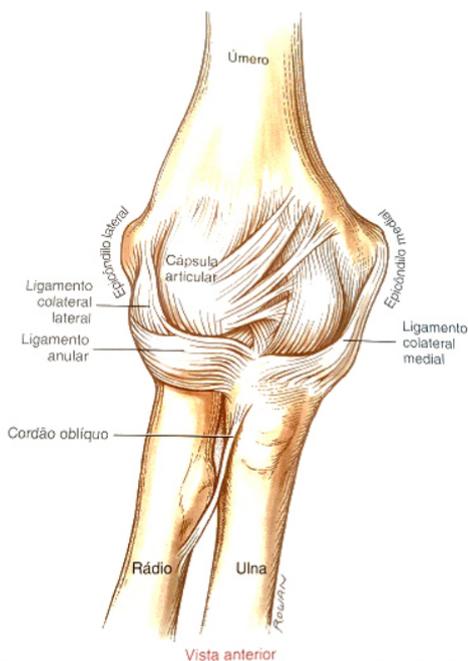


Refleta

Em indivíduos saudáveis, o ângulo médio do cúbito valgo é de 13 graus, com desvio padrão de aparentemente 6 graus. Já em mulheres é visto uma maior angulação do que em homens, tendo um aumento de 2 graus. Porém, independente do sexo, o ângulo do valgo é maior no braço dominante.

As articulações úmero-ulnar, umerorradial e rádio-ulnar proximal compõem a cápsula articular do cotovelo, essa cápsula se apresenta de uma forma fina, sendo reforçada anteriormente por bandas oblíquas de tecido fibroso. Já a parte interna da cápsula é recoberta por uma membrana sinovial. Ainda para ajudar no reforço dessa cápsula, existem os ligamentos colaterais, que são o ligamento colateral medial, ligamento colateral lateral (ulnar) e ligamento colateral radial, além do ligamento anular. Na Figura 2.3 estão alguns desses ligamentos e a cápsula articular.

Figura 2.3 | Cápsula articular e ligamentos do cotovelo



Fonte: Neumann (2011, p. 179).

O ligamento colateral medial possui feixes fibrosos anteriores, posteriores e transversos (Figura 2.4), suas fibras anteriores são mais rígidas e fortes, conferindo uma resistência mais considerável contra a força de abdução (valgo) do cotovelo. As fibras anteriores se originam da porção anterior do epicôndilo medial, inserindo-se na porção medial do processo coronoide da ulna, dado que as fibras anteriores se estendem em dois lados do eixo de rotação, conferindo maior estabilidade articular durante a amplitude do movimento. Já as fibras posteriores não se definem tanto quanto as anteriores e são essencialmente espessamentos da cápsula posteromedial.

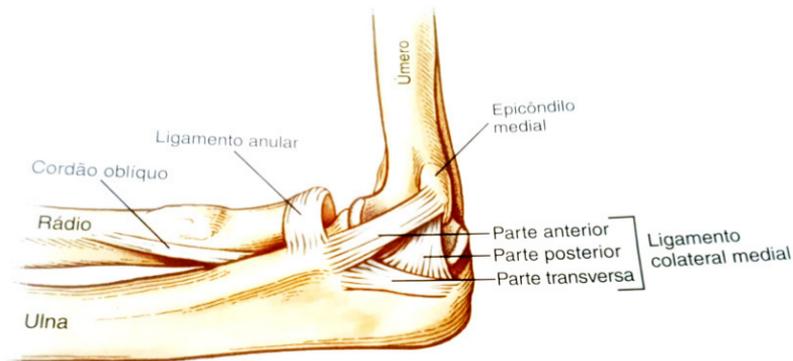


Exemplificando

As fibras posteriores do ligamento colateral medial são resistentes à força do valgo, tornando-se tensas nos extremos da flexão do cotovelo. Já as fibras próximas, pertencentes ao grupo muscular de flexores do punho e pronadores, resistem ao valgo do cotovelo, produzindo tensão à flexão ulnar do carpo.

Há também um terceiro grupo de fibras do ligamento colateral medial, as fibras transversas que passam do olecrano ao processo coronoide da ulna, originando-se e inserindo-se no mesmo osso, de modo que não confere sua estabilidade articular.

Figura 2.4 | Ligamento colateral medial

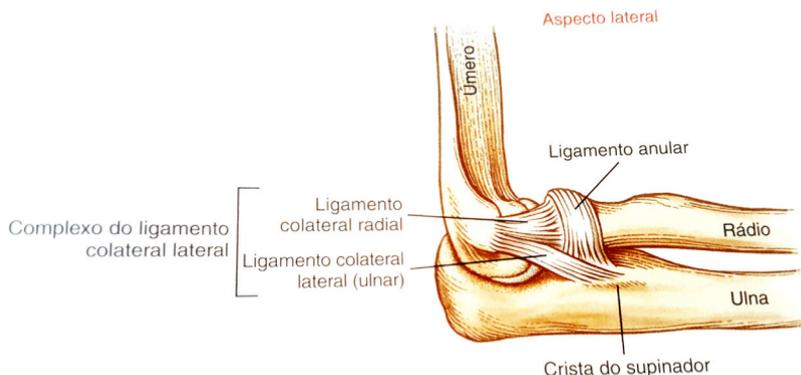


Fonte: Neumann (2011, p. 180).

O complexo do ligamento colateral lateral do cotovelo (Figura 2.5) apresenta uma forma mais versátil do que o ligamento colateral medial. O complexo ligamentoso se inicia no epicôndilo lateral e diretamente se divide em dois feixes fibrosos. Um dos feixes é conhecido como ligamento colateral radial que se funde ao ligamento anular. O outro feixe fibroso definido como ligamento colateral lateral (ulnar) se introduz na parte distal da crista do supinador. Durante o movimento de flexão total essas fibras são tensionadas.

As fibras anteriores do ligamento colateral medial, juntamente com ligamento colateral lateral (ulnar) agem no cotovelo como guias colaterais, dando uma estabilidade mediolateral à ulna durante a movimentação no plano sagital. Além disso, o aspecto posterolateral da cápsula e o complexo do ligamento colateral lateral são estabilizadores primários contra forças produzidas pelo varo.

Figura 2.5 | Complexo do ligamento colateral lateral



Fonte: Neumann (2011, p. 181).



Pesquise mais

Para você saber mais sobre a articulação do cotovelo leia o artigo Estudo anatômico da inervação da cápsula do cotovelo, a seguir:

CAVALHEIRO, Cristina Schmitt. et al. *Estudo anatômico da inervação da cápsula do cotovelo*. **Revista Brasileira de Ortopedia**, Sorocaba, v. 50, n. 6, p. 673-679, 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbort/v50n6/pt_1982-4378-rbort-50-06-00673.pdf>. Acesso em: 22 abr. 2018.

A articulação do cotovelo, assim como a do ombro, possui uma pressão de ar intracapsular, a qual define a relação entre o volume do espaço e o volume do ar. Contudo, aos 80 graus de flexão, essa pressão fica menor.

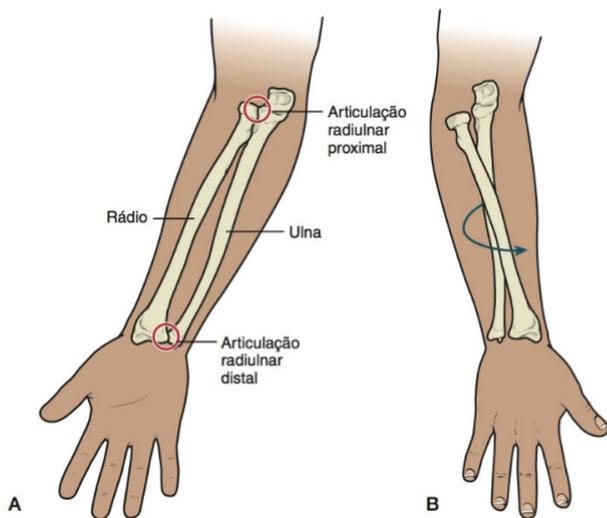
Tal posição articular é considerada, muitas vezes, uma posição de conforto em pacientes com inflamação e edema articulares. Quando se mantém o cotovelo edemaciado na posição flexionada, isso ajuda a melhorar o conforto, mas predispõe ao desenvolvimento de contratura (encurtamento) em flexão do cotovelo, causando perda da função.

A união do rádio e da ulna são feitas pela membrana interóssea e pelas articulações rádio-ulnares distal e proximal. A união dessas articulações, que são localizadas em cada extremidade do

antebraço permite os movimentos de pronação (polegar apontando para baixo) e supinação (polegar apontando para cima). A ação de rotação do antebraço ocorre por um eixo que vai desde cabeça do rádio à cabeça da ulna, unindo as articulações rádio-ulnares. Um mecanismo é formado pelos movimentos de pronação e supinação que permite a rotação autônoma da mão sem a rotação obrigatória da ulna ou do úmero.

Anatomicamente o antebraço é totalmente supinado quando a ulna e o rádio estão paralelamente um ao outro (Figura 2.6A). No movimento de pronação o segmento distal que inclui o complexo do antebraço (rádio e a mão) é rotacionado e cruza a ulna que está totalmente fixada (figura 2.6B). Diante de um movimento isolado de supinação ou pronação, a ulna, através de sua ligação forte com a articulação úmero-ulnar, permanece quase estacionária. Porém ela pode realizar o movimento de rotação livremente através da supinação e da pronação, caso o úmero também possa realizar o movimento na articulação glenoumeral.

Figura 2.6 | Articulação rádio ulnar distal e proximal: supinação e pronação



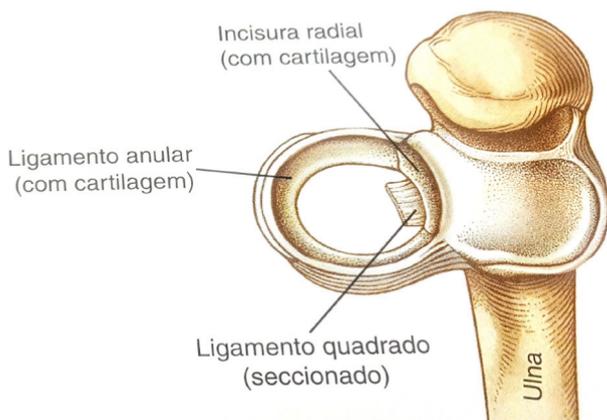
A: Semelhantes em supinação; B: No decorrer da pronação o rádio cruza a ulna.

Fonte: Houglum (2014, p. 229).

O compartilhamento das articulações rádio-ulnar proximal, a articulação úmero-ulnar e a articulação umerorradiar fazem com que elas utilizem uma única cápsula articular. A cabeça do rádio nessa cápsula fica mantida contra a porção proximal da ulna por meio de um anel fibro-ósseo, que é constituído pela incisura radial da ulna e pelo ligamento anular (Figura 2.7), o qual possui uma banda circular espessa, composta de tecido conjuntivo que se introduz na ulna dos dois lados da incisura radial, envolvendo a cabeça do rádio e alcançando a porção proximal deste ao osso da ulna.

Já o ligamento quadrado é um ligamento fino e fibroso que aparece logo abaixo da incisura radial da ulna ligando-se à superfície medial do colo do rádio (Figura 2.7). A função desse ligamento não está definida e não foi explicada, porém, esse ligamento pode ser um auxílio da cápsula da articulação rádio-ulnar proximal quando ocorre o movimento de rotação do antebraço.

Figura 2.7 | Ligamento anular e ligamento quadrado (seccionado)



Fonte: Neumann (2011, p. 187).

Já a articulação rádio-ulnar distal é composta pela cabeça convexa da ulna, que descansa na concavidade rasa, pela incisura ulnar no rádio e na superfície proximal de um disco articular, também conhecido como fibrocartilagem triangular. A estabilidade dessa articulação é cedida pela ativação de músculos e um grupo de tecidos conjuntivos.

As bordas anteriores e posteriores do disco de fibrocartilagem triangular têm continuidade com os ligamentos capsulares palmar (anterior) e dorsal (posterior) da articulação rádio-ulnar, os quais apoiam firmemente a cabeça da ulna contra a incisura ulnar do rádio durante os movimentos de supinação e pronação. Esse disco articular faz parte de um grande Complexo Triangular de Fibrocartilagem (CTFC) que ocupa a maior parte do espaço entre a cabeça da ulna e lado ulnar do punho. Vários tecidos próximos constituem esse complexo: ligamentos capsulares da articulação rádio-ulnar distal e ligamento colateral ulnar. Esse CTFC é um estabilizador primário da articulação rádio-ulnar distal.



Assimile

A articulação rádio-ulnar distal possui um disco articular, conhecido como fibrocartilagem triangular. Esse disco articular faz parte de um grande Complexo Triangular de Fibrocartilagem (CTFC) que ocupa a maior parte do espaço entre a cabeça da ulna e o lado ulnar do punho, sendo esse CTFC um estabilizador primário da articulação rádio-ulnar distal.

A inervação sensorial e motora dos músculos, ligamentos, cápsulas articulares e pele do cotovelo e do antebraço, além do punho e mão são realizados pelos nervos musculocutâneo, mediano, ulnar e radial. As articulações úmero-ulnar e umerorradial, bem como os tecidos conjuntivos adjacentes, adquirem sua inervação sensorial das raízes nervosas C⁶ e C⁸. Já as fibras destas raízes nervosas aferentes são conduzidas pelos nervos musculocutâneo e radial e também, pelos nervos ulnar e mediano. A articulação rádio-ulnar proximal e a cápsula do cotovelo adjacente adquirem inervação sensorial de fibras do nervo mediano, das raízes nervosas C⁶ e C⁷, a articulação rádio-ulnar distal adquire a maior parte de sua inervação sensorial das fibras do nervo ulnar, da raiz nervosa C⁸. O Quadro 2.1 mostra um resumo do suprimento por nervos e raízes nervosas primárias dos músculos do cotovelo e antebraço.

Quadro 2.1 | Classificação e inervação dos músculos do cotovelo e antebraço

Músculo	Origem	Inserção	Inervação
Flexores do cotovelo			
Braquial	Dois terços distais da face anterior do úmero.	Proximal: no ponto médio do aspecto anterior do corpo do úmero. Distal: processo coronoide da ulna e tuberosidade da ulna.	Nervo musculocutâneo (C ⁵ ,C ⁶).
Braquiorradial	Crista supracondilar do úmero.	Proximal: crista supracondilar lateral do úmero. Distal: processo estilóide do rádio.	Nervo radial (C ⁵ ,C ⁶).
Extensores do cotovelo			
Tríceps braquial	Tubérculo infraglenoidal, face posterior do úmero.	Proximal: por três cabeças. Cabeça longa: tubérculo Infraglenoidal da escápula por meio de um amplo tendão intimamente relacionado à cápsula articular do ombro. Cabeça medial: porção distal do úmero posterior Cabeça lateral: aspecto posterolateral do úmero, inferior ao aspecto posterolateral do úmero, inferior ao tubérculo maior Distal: as três cabeças se unem para formar um forte tendão, que se insere no olécrano e também envia uma expansão que se estende sobre o músculo ancônio até a fásia dorsal do antebraço.	Nervo radial (C ⁷ ,C ⁸).
Ancônio	Epicôndilo lateral do úmero.	Proximal: região do epicôndilo lateral do úmero. Distal: ulna proximal, dentro do olécrano e inferior a ele.	Nervo radial (C ⁷ ,C ⁸).

Pronadores do antebraço

Pronador quadrado	Quarto distal da margem anterior da ulna.	Proximal: um quarto distal da ulna; superfície anterior. Distal: um quarto distal do rádio, superfície anterior.	Nervo mediano (C ⁸ ,T ¹).
Pronador redondo*	Epicôndilo medial do úmero e face medial da ulna.	Proximal: cabeça do úmero: epicôndilo medial do úmero. Cabeça da ulna: processo coronoide da ulna. As fibras musculares travessam obliquamente, de medial para lateral, sobre o aspecto anterior do antebraço. Distal: Face lateral do rádio, em torno do meio do antebraço.	Nervo mediano (C ⁶ ,C ⁷).

Supinadores do antebraço

Supinador	Epicôndilo lateral do úmero.	Proximal: epicôndilo lateral do úmero e áreas adjacentes da ulna. Distal: superfícies anterior e lateral da parte proximal do rádio.	Nervo radial (C ⁵ , C ⁶).
Bíceps braquial*	Porção Longa: tubérculo supraglenoidal e porção curta: processo coracóide.	Proximal: duas cabeças se originam acima da articulação do ombro. Cabeça longa: tubérculo supraglenoidal da escápula, com um tendão que segue dentro da cápsula da articulação do ombro e do sulco intertubercular (bicipital) do úmero. Cabeça curta: processo coracóide da escápula. Distal: tuberosidade do rádio, expandindo-se de modo a formar parte da aponeurose bicipital.	Nervo musculocutâneo (C ⁵ ,C ⁶).

*O músculo bíceps braquial também atua na flexão do cotovelo e do ombro e o músculo pronador redondo atua na flexão do cotovelo.

Fonte: adaptado de Neumann (2011, p. 198) e Houglum (2014, p. 233-238).

Sem medo de errar

Após as dúvidas dos alunos quanto à articulação do cotovelo, os monitores decidiram revisar a classificação e componentes que compõem a articulação do cotovelo. Assim, sugeriram que estudassem e respondessem qual a denominação e quais os componentes das articulações do cotovelo.

O cotovelo é formado por três ossos: o úmero, a ulna e o rádio e por duas articulações: articulação úmero-ulnar (tróclea do úmero e a incisura troclear da ulna) e a articulação umerorradial (capítulo do úmero e a cabeça do rádio), tendo como principais movimentos o de flexão e extensão. Esses movimentos do cotovelo são de extrema importância para as atividades de vida diária (AVD's), tais como, comer, lançar objetos, higiene pessoal, como pentear cabelo, escovar os dentes, dentre outras.

Avançando na prática

Lesão do cotovelo

Descrição da situação-problema

Renata é professora de um curso de Fisioterapia e um dia, enquanto ministrava uma aula na clínica de Fisioterapia da instituição de ensino, um grupo de alunos se aproximou com algumas dúvidas relacionadas à articulação do cotovelo. O aluno Claudio disse que estava acompanhando um atendimento em seu estágio e ficou com uma dúvida: qual a melhor posição para o conforto do paciente quando houver sinais de inflamação e edemas articulares?

Se você fosse a professora Renata o que responderia?

Resolução da situação-problema

Renata, para ajudar seus alunos, respondeu que a articulação do cotovelo, assim como a do ombro, possui uma pressão de ar intracapsular, onde essa pressão define a relação entre o volume do espaço e o volume do ar, contudo essa pressão é menor em 80 graus de flexão. Essa posição articular é considerada muitas vezes

uma posição de conforto em pacientes com inflamação e edema articulares. Quando se mantém o cotovelo edemaciado na posição flexionada, isso ajuda a melhorar o conforto, mas predispõe ao desenvolvimento de contratura em flexão do cotovelo, causando perda da função.

Faça valer a pena

1. A união do rádio e da ulna é feita pela membrana interóssea e pelas articulações rádio-ulnares distal e proximal. A união dessas articulações, que estão localizadas em cada extremidade do antebraço, permite os movimentos de pronação (polegar apontando para baixo) e supinação (polegar apontando para cima). A ação de rotação do antebraço ocorre por um eixo que vai desde cabeça do rádio à cabeça da ulna, unindo as articulações rádio-ulnares.

Analise as asserções abaixo:

O compartilhamento das articulações rádio-ulnar proximal, da articulação úmero-ulnar e da articulação umerorradial fazem com que elas utilizem uma única cápsula articular. A cabeça do rádio, nessa cápsula, fica mantida contra a porção proximal da ulna por meio de um anel fibro-ósseo, que constituído pela incisura radial da ulna e pelo ligamento anular

PORQUE

A articulação rádio-ulnar distal é composta pela cabeça convexa do rádio, que descansa na concavidade rasa, pela incisura ulnar no rádio, e na superfície proximal de um disco articular, também conhecido como fibrocartilagem triangular. A estabilidade dessa articulação é cedida pela ativação de músculos e de um grupo de tecidos conjuntivos.

A respeito dessas asserções, assinale a alternativa correta.

- a) As asserções I e II são proposições verdadeiras, e a II é uma justificativa da I.
- b) As asserções I e II são proposições verdadeiras, mas a II não é uma justificativa da I.
- c) A asserção I é uma proposição verdadeira, e a II é uma proposição falsa.
- d) A asserção I é uma proposição falsa, e a II é uma proposição verdadeira.
- e) As asserções I e II são proposições falsas.

2. A articulação do cotovelo é um gínglimo ou articulação em dobradiça, um encaixe perfeito entre a tróclea e a incisura troclear, promovendo uma estabilidade estrutural no cotovelo, o qual possui uma movimentação

uniplanar, de flexão e extensão. Já a ulna realiza uma leve rotação axial, ou seja, a rotação no próprio eixo longitudinal, e também realiza o movimento lateral durante a extensão e flexão, sendo, por isso, mais indicado afirmar que a articulação do cotovelo seria uma dobradiça modificada.

O cotovelo compreende quais articulações?

- a) Articulações rádio-ulnar, glenoumeral e braquial.
- b) Articulações umeroulnar e umerorradial.
- c) Articulações rádio-ulnar e umerorradial.
- d) Articulações rádio-ulnar e umeroulnar.
- e) Articulações rádio-ulnar, umeroulnar e braquial.

3. As articulações úmero-ulnar, umerorradial e rádio-ulnar proximal compõem a cápsula articular do cotovelo, a qual se apresenta de uma forma fina, sendo reforçada anteriormente por bandas oblíquas de tecido fibroso. Já a parte interna da cápsula é recoberta por uma membrana sinovial. Ainda, para ajudar no reforço dessa cápsula, existem os ligamentos colaterais, que são o ligamento colateral medial, ligamento colateral lateral (ulnar) e ligamento colateral radial, além do ligamento anular.

Analise as asserções abaixo:

I- O ligamento colateral medial possui feixes fibrosos anteriores, posteriores e transversos. As fibras anteriores são mais rígidas e fortes, conferindo uma resistência mais considerável contra a força de abdução (valgo) do cotovelo.

PORQUE

II- As fibras anteriores do ligamento colateral medial se originam da porção anterior do epicôndilo medial, inserindo-se na porção medial do processo coronoide da ulna, dado que essas as fibras se estendem em apenas um dos dois lados do eixo de rotação, conferindo maior estabilidade articular durante a amplitude do movimento.

A respeito dessas asserções, assinale a alternativa correta.

- a) As asserções I e II são proposições verdadeiras, e a II é uma justificativa da I.
- b) As asserções I e II são proposições verdadeiras, mas a II não é uma justificativa da I.
- c) A asserção I é uma proposição verdadeira, e a II é uma proposição falsa.
- d) A asserção I é uma proposição falsa, e a II é uma proposição verdadeira.
- e) As asserções I e II são proposições falsas.

Seção 2.2

Ação muscular do cotovelo e antebraço

Diálogo aberto

Caro aluno, é com enorme prazer que lhe trago a Seção 2.2!

Na seção anterior vimos a denominação e classificação dos componentes que envolvem as articulações do cotovelo e antebraço; nessa nova etapa vamos abordar as ações dos músculos que compõem o cotovelo e o antebraço, sendo que, para isso, deveremos relembrar a nossa situação-problema.

Mauro e Maria, que são monitores do curso de Fisioterapia, decidiram, após uma longa conversa, criar um plano de ação para auxiliar os alunos. Primeiro eles solicitaram que estes estudassem sobre as denominações das articulações do cotovelo e após vários dias de estudos e de conversas com os monitores os alunos aprenderam o conteúdo esperado, porém um aluno chamado Gabriel veio conversar com Maria sobre uma dúvida que tinha. O aluno contou que alguns anos atrás caiu de moto e teve uma fratura no antebraço esquerdo, na região próxima ao punho (terço distal do antebraço) e que teve de passar por várias cirurgias e reabilitação com a Fisioterapia. Gabriel ficou com seqüela após o acidente, de modo que não conseguia mexer o cotovelo como antes.

Devido a essa experiência pessoal, Gabriel tinha dúvidas e, por isso, questionou Maria: quais músculos atuam no antebraço? Quais possíveis movimentos são realizados pelo antebraço?

Vamos ajudar o Gabriel?

Não pode faltar

Os movimentos do antebraço e do cotovelo são cruciais para as atividades de vida diária (AVD's), sendo, então, muito importante para o fisioterapeuta conhecer esses movimentos e relacioná-los com a anatomia.

Os músculos flexores primários do cotovelo são: o braquial, o braquiorradial, pronador redondo e o bíceps braquial. A força produzida por cada um desses músculos é direcionada anteriormente ao eixo medial-lateral de rotação do cotovelo.



Refleta

Nas AVDs a contração dos músculos flexores do cotovelo é realizada para gerar a rotação do antebraço em direção ao braço, entretanto a contração desses músculos também gera a rotação do braço para o antebraço.

O bíceps braquial faz inserção proximal na escápula e distal na tuberosidade do rádio. Devido a isso ele não tem nenhuma conexão direta com o úmero, podendo realizar o movimento com facilidade. Quando o bíceps realiza ao mesmo tempo os movimentos de flexão e supinação, ele produz um sinal eletromiográfico máximo, como ocorre no momento em que levamos a colher à boca, por exemplo.

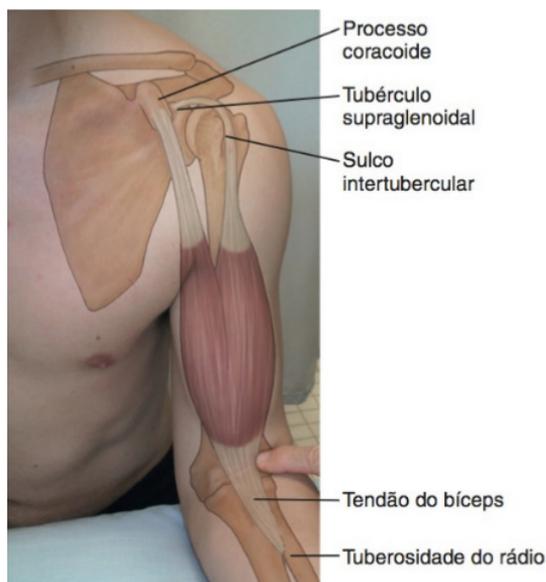


Vocabulário

O sinal eletromiográfico, também conhecido como eletromiograma é o somatório algébrico de todos os sinais encontrados sob a área de alcance dos eletrodos, sendo capaz de ser afetado por propriedades musculares, anatômicas e fisiológicas, bem como pelo controle do sistema nervoso periférico.

Já no momento em que é realizado o movimento de flexão com o antebraço, deliberadamente mantido em pronação, a eletromiografia (EMG) tem níveis baixos de atividade, sendo essa ausência de ativação muscular vista na autopalpação. Na Figura 2.8 o bíceps braquial é visivelmente identificado na posição de flexão do cotovelo e supinação do antebraço.

Figura 2.8 | Localização do músculo bíceps braquial



Fonte: Houglum e Bertoti (2014, p. 239).

O braquial é localizado abaixo do bíceps, inicia-se no úmero, na porção anterior e se insere distalmente na extremidade proximal da ulna, sendo sua única função a de flexionar o cotovelo. Ele apresenta uma área de secção transversal fisiológica de, em média, 7 cm², sendo a maior em relação aos outros músculos que atravessam o cotovelo. Além disso, considera-se que esse músculo possua mais força do que outro músculo que cruze o cotovelo. A Figura 2.9 mostra a localização do músculo braquial e a sobreposição da ilustração, além disso, realça as inserções e a linha de tração muscular.



Pesquise mais

Para visualizar o movimento de flexão e extensão do cotovelo associado a ação muscular (músculo ativo no movimento, muda a coloração para verde), assista ao vídeo:

VIDAL SAÚDE. **Flexão e extensão do cotovelo**. 2016. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Eng_wEMIPjg>. Acesso em: 5 maio 2018.

Figura 2.9 | Localização do músculo braquial

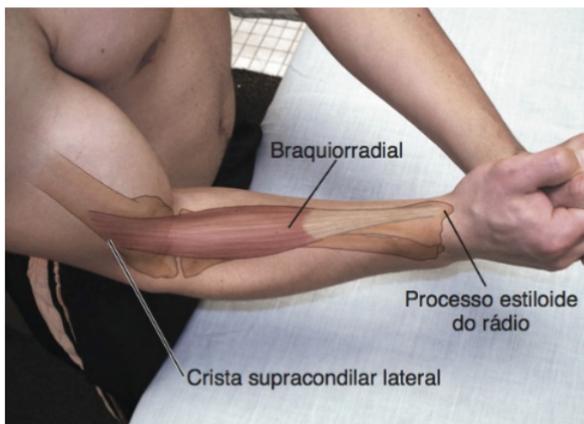


Fonte: Houglum e Bertoti (2014, p. 239).

O músculo braquiorradial é o mais longo do cotovelo e inicia-se na crista supracondilar lateral do úmero e distalmente nas proximidades do processo estiloide do rádio.

O músculo braquiorradial possui uma grande relevância agonista na flexão do cotovelo, mas possui uma função limitada nos movimentos de pronação e na supinação do antebraço devido à inserção no rádio. Embora tenha uma secção transversal um pouco diminuída, o músculo braquiorradial executa forças de pico em 100° a 120° de flexão do cotovelo, sendo indicado como o principal flexor do cotovelo por estudos eletromiográficos. Em especial indicam que o braquiorradial é o principal flexor do cotovelo, principalmente durante a realização de movimentos rápidos contra uma forte resistência. Na Figura 2.10 vê-se a contração do braquiorradial diante de uma resistência à flexão do cotovelo com o antebraço em posição centrada entre pronação e supinação, (posição neutra). A sua palpação pode ser realizada no aspecto anterolateral do antebraço.

Figura 2.10 | Demonstração da contração do músculo braquiorradial



Fonte: Hougglum e Bertoti (2014, p. 240).

O músculo pronador redondo é o principal pronador do antebraço, sua localização se dá abaixo do cotovelo mantendo-se próximo ao eixo da articulação do cotovelo, onde apresenta um braço de momento insuficiente para a sua flexão. Contudo, o pronador redondo somente age na flexão do cotovelo na presença de resistência ou de carga pesada, gerando forças suplementares. Para fins de comparação, o pronador redondo possui uma distância perpendicular de flexão igual à do braquial, porém com cerca de 50% de sua área de secção transversal fisiológica.



Exemplificando

A variação da força do torque de flexão do cotovelo é vista consideravelmente de acordo com a idade, treinamento muscular, sexo, velocidade de contração e posição das articulações nos membros superiores.

Os extensores primários que compõem o cotovelo são tríceps braquial e o ancôneo. O ancôneo é um músculo pequeno e triangular localizado no lado posterior do cotovelo. Sua introdução proximal na região posterior do epicôndilo lateral cruza posteriormente o cotovelo e se introduz na região lateral e inferior ao olécrano. O músculo do ancôneo é superficial ao ligamento anular do rádio e

se insere em uma parte dele. No processo de contração, o músculo ancôneo traciona o referido ligamento e impossibilita que seja pinçado na fossa do olécrano durante a extensão do antebraço na articulação do cotovelo. A Figura 2.11 demonstra o músculo ancôneo, onde círculo rosa é a origem do músculo, e o círculo verde, a inserção.

Figura 2.11 | Músculo ancôneo



Fonte: Lipeert (2013, p. 136).

O tríceps braquial converge a um tendão comum que se inicia no olecrano da ulna. Esse músculo possui três cabeças: lateral, medial e longa. A cabeça lateral e a medial se originam no úmero dos dois lados do sulco do nervo radial. A inclusão proximal da cabeça medial se dá no lado posterior do úmero, tendo uma localização similar à do braquial na porção anterior do osso. A cabeça longa é bastante volumosa, de modo a se tornar o maior de todos os outros músculos que fazem parte do cotovelo. O tríceps braquial é recrutado na extensão do cotovelo nas demandas em níveis de moderados a altos. Veja o músculo tríceps braquial (cabeça longa e lateral) na Figura 2.12.

Figura 2.12 | Músculo tríceps braquial (cabeça longa e lateral)



Fonte: Houglum e Bertoti (2014, p. 242).



Assimile

O músculo ancôneo é o primeiro a ser recrutado durante a extensão do cotovelo. O músculo tríceps é recrutado conforme o aumento da demanda.

Os músculos supinadores primários são os músculos supinador e bíceps braquial, e os secundários, o músculo braquiorradial (se partir da posição de pronação), os músculos extensores radiais do carpo, o extensor longo do polegar e o extensor do índice, os quais serão abordados na Unidade 3.

O músculo supinador é um músculo profundo, mostra uma inserção muscular extensa que cerca parcialmente a região lateral do cotovelo, direção posterior para anterior. Posteriormente ele se introduz no epicôndilo lateral do úmero e na parte superior da face posterior da ulna.

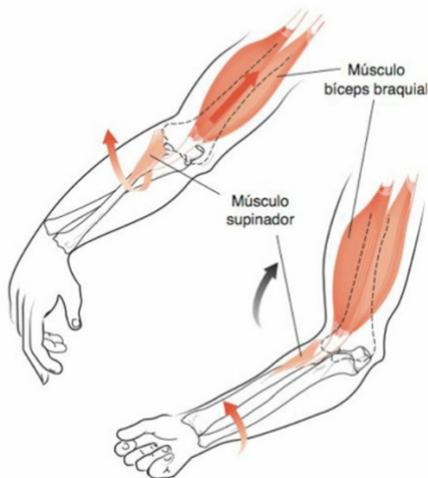
O supinador cruza a lateral da articulação do cotovelo, e envolve a extremidade proximal do rádio até se inserir distalmente nas faces do terço proximal do rádio, associando-se ao músculo do bíceps

braquial como agonista primário na supinação do antebraço. No movimento de pronação o supinador é torcido e alongado em volta do rádio, sendo uma excelente posição para supinar o antebraço. O músculo supinador demonstra introduções mínimas no úmero, passando próximo ao eixo lateromedial de rotação do cotovelo e produzindo torques de extensão ou flexão.

Já o músculo bíceps braquial é um forte músculo supinador do antebraço, sua área de secção transversal fisiológica do bíceps é cerca do triplo da área do músculo supinador. A capacidade do bíceps como supinador é maior quando o cotovelo é flexionado cerca de 90°. Devido a isso o cotovelo é mantido a 90° de flexão durante muitas atividades de supinação que exigem grande força.

É demonstrada na Figura 2.13 uma vista anterior dos músculos supinador e bíceps braquial, que pactuam-se em um binário de forças para mover o rádio em volta da ulna, começando da pronação do antebraço e indo para a supinação deste.

Figura 2.13 | Músculo supinador e bíceps braquial



Fonte: Lipeert (2013, p. 137).

Já os músculos pronadores são definidos em pronadores primários, sendo eles pronador redondo e o pronador quadrado, e os secundários, o músculo braquiorradial (se partir da posição de supinação), flexor radial do carpo e palmar longo, os quais serão abordados na Unidade 3.

A localização do pronador quadrado está na extremidade distal da porção anterior do antebraço, inferior a todos os flexores do punho e flexores extrínsecos dos dedos, sendo assim de difícil palpação, além de ser um músculo pequeno. Suas introduções medial e lateral estão no quarto distal da ulna e no quarto distal do rádio. A linha de força é direcionada quase perpendicular ao eixo de rotação do antebraço, aumentando a produção de torque. Além disso comprime a incisura ulnar do rádio contra a cabeça da ulna, estabilizando a articulação radiulnar distal por essa força de compressão. Essa estabilização acontece durante todo o movimento de pronação.

O pronador redondo age sinergicamente com o pronador quadrado para rodar ou girar o rádio em torno da ulna durante o movimento de pronação. Veja na Figura 2.14 a localização do músculo pronador redondo e pronador quadrado onde o círculo rosa é a origem do músculo e o círculo verde, a inserção.

Figura 2.14 | Músculo pronador redondo e quadrado



Fonte: Lipeert (2013, p. 136).

Para que um músculo seja considerado como supinador ou pronador, ele deve apresentar dois aspectos fundamentais: primeiro, o músculo deve estar introduzido nos dois lados do eixo de rotação, isto é, a introdução proximal no úmero ou na ulna e a distal, no rádio ou na mão. Segundo, o músculo deve gerar uma força para que

funcione como um braço de momento em volta do eixo de rotação para o movimento de pronação e supinação.



Refleta

Cerca de 20% a 25% dos torques de flexão do cotovelo, produzidos durante a supinação do antebraço, são maiores que os torques observados durante a pronação total da articulação e isso acontece porque a maior distância perpendicular flexora do bíceps braquial e do braquiorradial é quando o antebraço se encontra em pronação ou próximo a ela.

Sem medo de errar

No início da seção lembramos a história de Mauro e Maria, que eram monitores do curso de Fisioterapia e que após vários dias de estudos de de conversas com os alunos, conseguiram auxiliar estes a aprenderem sobre as articulações do cotovelo. Porém um aluno chamado Gabriel veio conversar com Maria sobre uma dúvida que tinha. O aluno contou que alguns anos atrás e caiu de moto e teve uma fratura no antebraço, tendo tido que passar por várias cirurgias e reabilitação com a Fisioterapia. Gabriel ficou com sequela após o acidente, de modo que não conseguia mexer o cotovelo como antes. Por isso tinha dúvidas e questionou Maria quais músculos eram os que atuavam no antebraço e quais eram os possíveis movimentos são realizados pelo antebraço.

Os principais músculos que fazem parte do movimento do antebraço são o músculo supinador e o bíceps braquial como supinadores primários do antebraço, e o pronador redondo e pronador quadrado com função de pronação do antebraço.

O músculo supinador se define por um músculo profundo que cerca parcialmente a região lateral do cotovelo e que apresenta direção posterior para anterior; já o bíceps braquial é um forte músculo supinador do antebraço e tem uma área de secção transversal fisiológica que é cerca do triplo da área do músculo supinador.

O pronador quadrado, localizado na extremidade distal da porção anterior do antebraço, inferior a todos os flexores do punho e flexores

extrínsecos dos dedos, sendo assim, de difícil palpação, além de ser um músculo pequeno. Suas introduções medial e lateral estão no quarto distal da ulna e no quarto distal do rádio. A linha de força é direcionada quase que perpendicularmente ao eixo de rotação do antebraço, aumentando a produção de torque. Além disso comprime a incisura ulnar do rádio contra a cabeça da ulna, estabilizando a articulação radiulnar distal por essa força de compressão.

Por fim, o músculo pronador redondo é o principal pronador do antebraço e sua localização se dá abaixo do cotovelo, mantendo-se próximo ao eixo da articulação do cotovelo, onde apresenta um braço de momento insuficiente para a flexão do cotovelo. Contudo, o pronador redondo somente age na flexão do cotovelo na presença de resistência ou de carga pesada, gerando forças suplementares.

Avançando na prática

Lesão do bíceps braquial

Descrição da situação-problema

Maria Helena é uma jogadora de vôlei de 23 anos que pratica o esporte já há vários anos. Em uma partida contra o time de outro país, Maria Helena acabou se machucando devido à má recepção de um saque muito potente que lhe causou uma lesão muscular, pois em um movimento errado acabou sofrendo uma queda muito forte. Com muita dor, Maria Helena foi retirada do jogo para atendimento. O médico do time disse que a lesão teria sido do músculo braquial. Maria Helena ficou preocupada e perguntou se poderia voltar para o jogo e qual era o movimento que ela não conseguiria fazer.

Vamos ajudar a a jogadora?

Resolução da situação-problema

O médico da equipe respondeu que Maria Helena não poderia voltar ao jogo pela lesão do músculo braquial, um flexor primário do cotovelo e que, mesmo que existam outros músculos que fazem a ação de flexão do cotovelo, como os músculos bíceps braquial e braquiorradial, o músculo braquial é o músculo que realiza essa ação independentemente da posição do antebraço, em supino ou pronado.

Faça valer a pena

1. Os movimentos do antebraço e do cotovelo são cruciais para as atividades de vida diária (AVD's), sendo, então, muito importante para o fisioterapeuta conhecer esses movimentos e relacioná-los com a anatomia. A força produzida por cada um dos músculos flexores do cotovelo é direcionada anteriormente ao eixo medial-lateral de rotação do cotovelo.

Assinale a alternativa onde todos os músculos são considerados flexores primários do cotovelo.

- a) Braquial, braquiorradial, pronador redondo e bíceps braquial.
- b) Supinador, pronador quadrado, braquial e braquiorradial.
- c) Pronador redondo, pronador quadrado, braquial e braquiorradial.
- d) Tríceps braquial, pronador quadrado, braquial e bíceps braquial.
- e) Supinador, pronador redondo, braquial e braquiorradial.

2. Os músculos supinadores primários são os músculos supinador e bíceps braquial, e os supinadores secundários são considerados o músculo _____, se partir da posição de pronação, os músculos extensores radiais do carpo, o extensor longo do polegar e o extensor do índex. Já os músculos pronadores primários são o pronador redondo e o pronador quadrado, e os pronadores secundários, o músculo _____, se partir da posição de supinação, flexor radial do carpo e palmar longo.

Marque a alternativa que completa corretamente as sentenças, onde há músculo(s) que podem ao mesmo tempo agir como pronador e supinador secundário.

- a) Pronador quadrado; pronador redondo.
- b) Bíceps braquial; pronador quadrado.
- c) Braquiorradial; braquiorradial.
- d) Braquial; braquiorradial.
- e) Braquial; braquial.

3. Os músculos tríceps braquial e ancônio atuam numa mesma função. O ancônio é um músculo pequeno e triangular, localizado no lado posterior do cotovelo. No processo de contração, o músculo ancônio traciona o ligamento anular e impossibilita que seja pinçado na fossa do olecrano. Já o músculo tríceps sural converge a um tendão comum que se inicia no

olecrano da ulna e é recrutado no movimento do cotovelo, nas demandas em níveis de moderados a altos.

Assinale a alternativa correta que identifica a função dos músculos tríceps braquial e ancônio.

- a) Flexores do cotovelo.
- b) Extensores do cotovelo.
- c) Pronadores do antebraço.
- d) Supinadores do antebraço.
- e) Pronadores e supinadores do antebraço.

Seção 2.3

Análise biomecânica do cotovelo e antebraço

Diálogo aberto

Você já ouviu falar que ao puxar uma criança pelo punho pode causar nela uma lesão? Isso realmente pode acontecer com todo o sistema biomecânico intacto, estabilizadores ativos e passivos, pois, neste caso, está relacionado à fase de desenvolvimento da criança.

Para compreender essa situação e todo o contexto da biomecânica do cotovelo e antebraço, vamos lembrar a história descrita no início da unidade, pela qual abordamos uma situação em que Maria, uma aluna do quarto ano do curso de Fisioterapia, é monitora da disciplina Ciências Morfofuncionais do Aparelho Locomotor - Membros Superiores, Cabeça e Tronco, juntamente com Mauro, outro monitor.

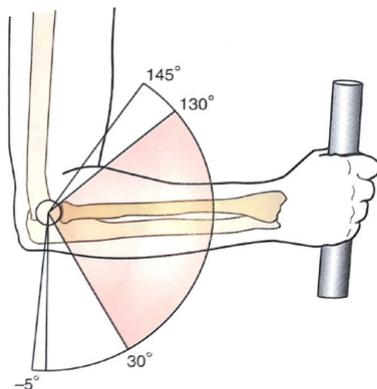
Após ajudarem o Gabriel, um aluno que tinha dúvidas sobre os movimentos do cotovelo, Mauro e Maria decidiram aplicar para os alunos um estudo de caso sobre uma lesão que acomete o cotovelo na região mediana do braço, ocorrendo, principalmente, com pessoas que praticam esportes como tênis, golfe, artes marciais entre outros. Para que todos compreendessem bem sobre essas lesões, Mauro e Maria pediram aos alunos que estudassem estabilizadores ativos e estabilizadores passivos do cotovelo. Vamos lá?

Não pode faltar

O movimento de flexão do cotovelo é usado em vários movimentos importantes para atividades diárias como empurrar, levantar objetos, pentear-se, comer, dentre outros. Outra consideração funcional que abrange a cinemática do cotovelo é a extensão que permite realizar movimentos como arremessar, alcançar e puxar. A movimentação passiva do cotovelo permite uma amplitude máxima de -5° além da extensão neutra (0°) a 145°

de flexão. A Figura 2.15 demonstra essa amplitude de movimentação do cotovelo, além de destacar a amplitude funcional de flexão do cotovelo (30° a 130°).

Figura 2.15 | Amplitude média de movimentação do cotovelo



Fonte: Neumann (2011, p. 183).

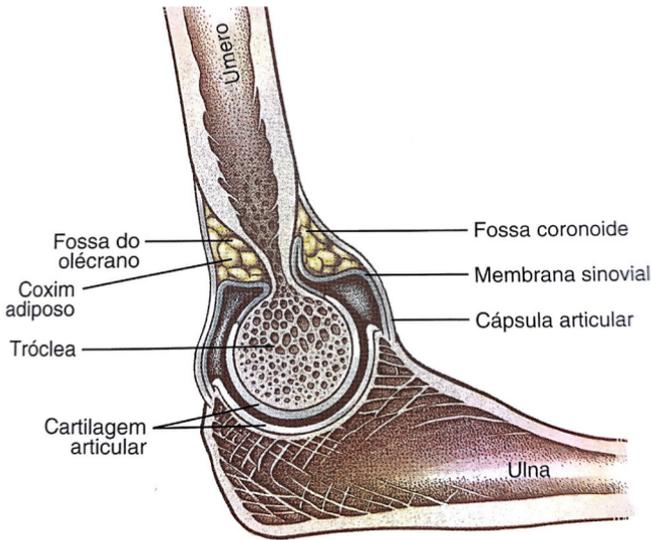


Refleta

Atividades comuns da vida diária usam um "arco funcional" mais limitado, usando normalmente entre 30° a 130° de flexão, o que difere das articulações dos membros inferiores, como o joelho. Em casos de perda dos extremos dos movimentos, o cotovelo tende a apresentar uma deficiência funcional mínima. Diante disso, será mesmo necessário reabilitar um indivíduo em toda amplitude de movimento do cotovelo?

A articulação umeroulnar é localizada entre a incisura troclear côncava da ulna e a tróclea convexa do úmero. A cartilagem hialina envolve cerca de 300° da superfície articular da tróclea, porém cobre somente 180° da incisura troclear. No plano sagital, a congruência natural e o formato da articulação úmero-ulnar limitam a movimentação. Na Figura 2.16 é observado um corte sagital da articulação úmero-ulnar, expondo as superfícies articulares ajustadas entre a incisura troclear e a tróclea.

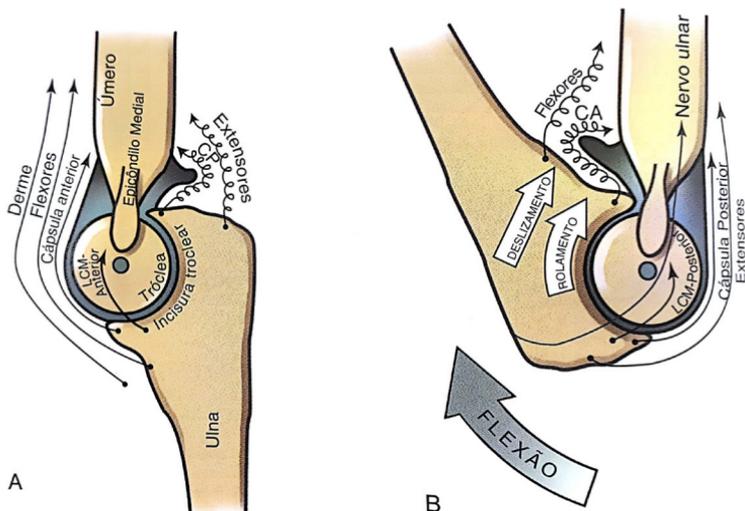
Figura 2.16 | Articulação úmero-ulnar



Fonte: Neumann (2011, p. 183).

Para que ocorra uma completa extensão da articulação úmero-ulnar, é necessário que a derme anterior ao cotovelo, os músculos flexores, a cápsula anterior (CA) e as fibras anteriores do ligamento colateral medial possam ser estiradas e que também haja o relaxamento dos músculos extensores e da capsula posterior (CP) (Figura 2.17-A). Nesta posição, em circunstâncias normais, a articulação úmero-ulnar saudável é estabilizada. Na Figura 2.17-B, flexão total do cotovelo, podemos observar que a derme anterior ao cotovelo, os músculos flexores, CA e as fibras anteriores do ligamento colateral medial estão frouxos e músculos extensores e CP estão estirados, além das fibras posteriores do ligamento colateral medial e nervo ulnar. Durante a flexão há o rolamento e o deslizamento da incisura troclear pela tróclea.

Figura 2.17 | Corte sagital da articulação úmero-ulnar: extensão total (A) e flexão total da articulação (B)

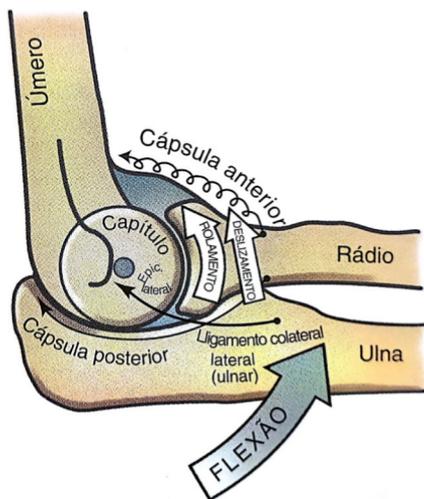


Fonte: Neumann (2011, p. 183).

A articulação umerorradial é constituída pela fôvea em formato de taça, da cabeça do rádio e do capitulum de conformação redonda inversa. Nessa articulação a artrocinemática da extensão e flexão equivale ao rolamento e deslizamento da fôvea do rádio pela superfície convexa do capitulum (Figura 2.18). No momento em que ocorre a flexão ativa, a fôvea radial é fortemente tracionada no capitulum pelos músculos em contração. Essa articulação possui uma estabilidade mínima do plano sagital ao cotovelo em relação à articulação úmero-ulnar, porém confere 50% de resistência contra uma força que gere um valgo do cotovelo.

Durante a flexão passiva do cotovelo encontramos, na articulação umerorradial, uma tensão no ligamento colateral lateral (ulnar), na CP e, como estrutura relaxada, a CA. Na Figura 2.18, é demonstrado um corte sagital dessa articulação no momento de flexão passiva, sendo observado o eixo mediolateral de rotação.

Figura 2.18 | Articulação umerorradial durante a flexão passiva



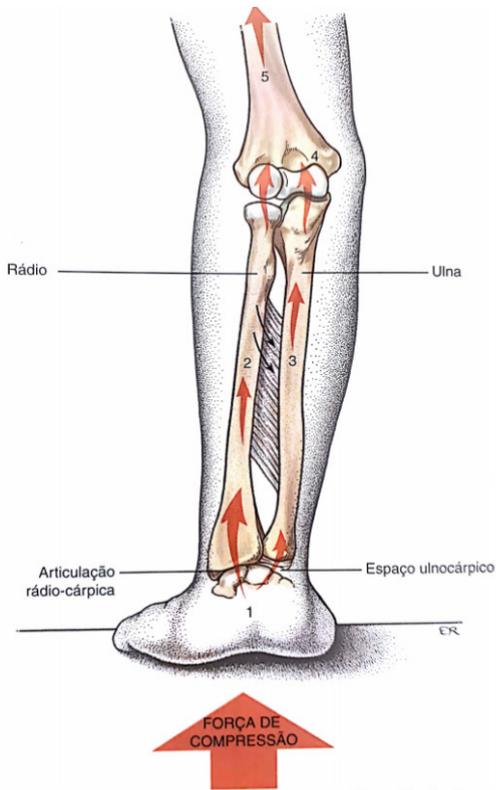
Fonte: Neumann (2011, p. 184).

O rádio e a ulna são ligados pela membrana interóssea do antebraço; as bandas centrais, mais elevadas, são conduzidas distalmente ao rádio interrompendo o corpo da ulna em cerca de 20°; essas bandas centrais são duas vezes mais espessas do que as outras fibras, apresentando uma força tensora final igual à do tendão patelar do joelho. Poucas bandas esparsas e não definidas seguem perpendicularmente às bandas centrais da membrana interóssea, entre essas, o cordão oblíquo, que se mantém da lateral da tuberosidade da ulna até diretamente distal à tuberosidade do rádio.

As funções primárias da membrana interóssea são unir o rádio à ulna, proporcionar uma adição estável para vários músculos extrínsecos da mão e compor um mecanismo de transmissão de força próximo ao membro superior. Na Figura 2.19 vê-se que aproximadamente 80% da força de compressão que cruza o punho ocorre através da articulação rádio cárpica; os 20% que faltam traspõem o punho na porção medial, por meio de tecidos moles localizados no "espaço ulnocárpico". Devido à direção das fibras das bandas centrais da membrana interóssea, parte da força proximal encaminhada pelo rádio é deslocado pela membrana até a ulna.

Em função disso, esse mecanismo libera uma parte significativa da força de compressão que incide naturalmente sobre o rádio e que cruza o cotovelo por meio da articulação úmero-ulnar. Assim, tanto esta articulação quanto a articulação umerorrádial compartilham de uma forma mais equilibrada das forças de compressão que atravessam o cotovelo, diminuindo o desgaste de cada uma delas a longo prazo. A maior parte dos músculos flexores do cotovelo e quase todos os músculos supinadores e pronadores primários possuem sua inserção distal no rádio. Quando há contração dos músculos flexores, estes puxam o rádio proximal contra o capitúlo do úmero, especialmente quando a flexão parte de uma extensão quase completa do cotovelo.

Figura 2.19 | Força de compressão através da mão



Fonte: Neumann (2011, p. 185).



Exemplificando

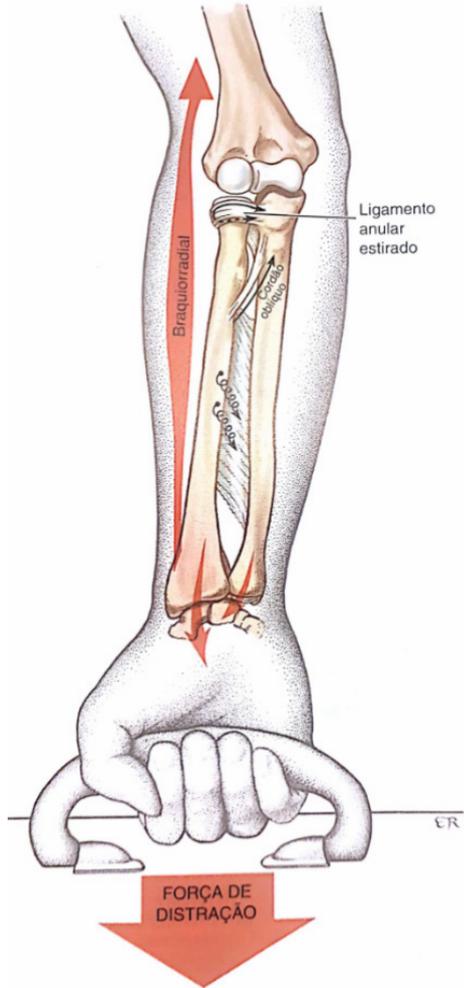
Temos como exemplo de atividades de força máxima na biomecânica, a força de compressão resultante na articulação umerorradial, a qual chega a ser de três a quatro vezes o peso do corpo.

Baseada no mecanismo citado acima e representada na Figura 2.19, a membrana interóssea auxilia a desviar uma parte das forças de compressão construídas pelo músculo do rádio para a ulna e isso faz com que a membrana interóssea auxilie na proteção da articulação umerorradial de grandes forças miogênicas de compressão. A ocorrência de lacerações na membrana interóssea pode promover uma migração proximal mensurável do rádio, isso porque as ativações de músculos regionais aumentam a carga, provavelmente degenerando a articulação umerorradial.

As principais direções das fibras da membrana interóssea não são alinhadas para resistir às forças distalmente aplicadas sobre o rádio, um exemplo é quando se carrega uma mala pesada com o cotovelo estendido, movimento que acarreta uma força de distração quase que inteira através do rádio.

Tal força de distração faz com que ocorra um relaxamento da maior parte da membrana interóssea (evidenciadas pelas setas enroladas sobre a membrana na Figura 2.20). O cordão oblíquo e o ligamento anular são estirados (setas alongadas na Figura 2.20) e auxiliam na sustentação da carga; já a contração do braquiorradial e outros músculos envolvidos na ação auxiliam a manter o rádio e a carga firmemente contra o capítulo do úmero (ver Figura 2.20).

Figura 2.20 | Força de distração



Fonte: Neumann (2011, p. 186).

No Quadro 2.2 podemos observar todas as estruturas ligamentares tencionadas de acordo com os movimentos do cotovelo.

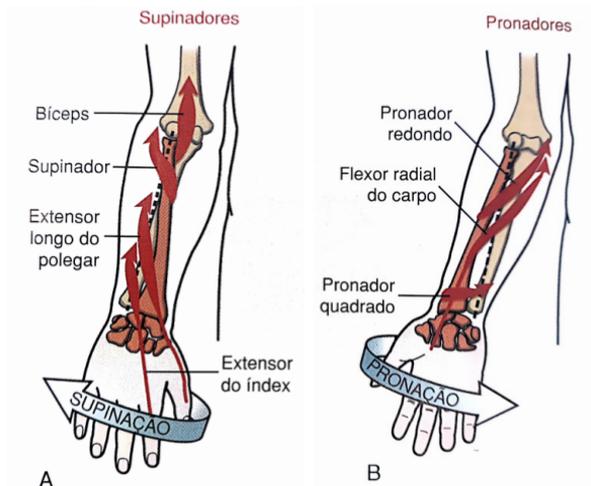
Ligamento	Movimentos que Aumentam a tensão
Ligamento colateral medial (Fibras anteriores)*	Valgo Extensão e Flexão
Ligamento colateral medial (Fibras posteriores)*	Valgo Flexão
Ligamento colateral radial	Varo Rotação externa
Ligamento colateral lateral (ulnar)*	Varo Rotação externa e flexão
Ligamento anular	Distração do rádio, rotação externa.

*Estabilizador primário valgo ou varo.

Fonte: Neumann (2011, p. 179).

Os movimentos das articulações rádio-ulnares são representados pela supinação (palma da mão para cima) e pronação (palma da mão para baixo). Enquanto ocorrem esses movimentos do antebraço, o rádio gira em volta da ulna estacionária (se não estiver associado ao movimento da articulação glenoumeral, cotovelo em extensão), as duas articulações trabalham juntas para produzir um grau de liberdade. No movimento de supinação, a ulna e o rádio ficam paralelos, enquanto que na pronação, o rádio cruza sobre a ulna. Já no movimento radiulnar, o rádio gira em volta da ulna estacionária. Esse é um ponto importante para se ter em mente no estudo dos motores primários dessa articulação, porque se um músculo se insere somente na ulna, ele não seria capaz de realizar a supinação ou pronação. Esse entendimento é esclarecido pela palpação do olécrano através da supinação e da pronação, em que se observa que o olécrano da ulna não se move. Na Figura 2.21- A é demonstrada a linha de força dos supinadores; na Figura 2.21-B são vistos os pronadores, onde todos os músculos se intersectam com o eixo de rotação do antebraço (linha tracejada).

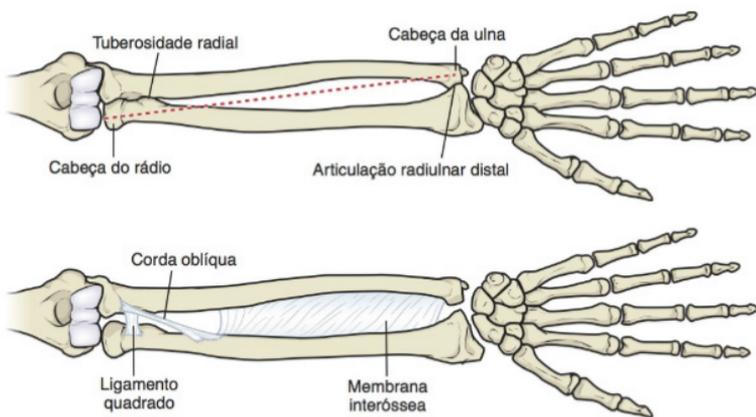
Figura 2.21 | Supinadores e pronadores do antebraço-cotovelo



Fonte: Neumann (2011, p. 206).

O movimento do eixo da articulação radiulnar (Figura 2.22) é apresentado como uma linha que se inicia na cabeça do rádio e transcorre pelo centro do processo estiloide da ulna. O eixo proximal do movimento de rotação permanece na cabeça do rádio e o eixo distal de rotação mantém-se no estiloide ulnar.

Figura 2.22 | Eixo de pronação e supinação do antebraço



Fonte: Houglum (2014, p. 230).

No movimento de supinação a sensação final que ocorre na articulação radiulnar proximal é de firmeza, em razão da tensão dos ligamentos alongados, da membrana interóssea e de ambos os músculos pronadores.

No movimento de pronação, a sensação final que ocorre na articulação radiulnar proximal pode ser dura se o rádio e a ulna entrarem em contato entre si, ou firme, em virtude do estiramento das cápsulas de tecido mole da articulação radiulnar e da membrana interóssea entre os dois ossos. No Quadro 2.3 temos as estruturas que podem restringir a supinação e a pronação.

Quadro 2.3 | Estruturas que podem restringir a supinação e a pronação

Restrição	Estruturas
Supinação limitada	Pronador redondo, pronador quadrado, CTFC, principalmente o ligamento capsular palmar da articulação rádio-ulnar distal.
Pronação limitada	Bíceps ou músculos supinadores, CTFC, principalmente o ligamento capsular dorsal da articulação rádio-ulnar distal.

*CTFC - Complexo Triangular de Fibrocartilagem.

Fonte: Neumann (2011, p. 189).

A amplitude total do movimento de pronação, a partir da posição em supinação máxima, é levemente menor que 180° (média de 170°). Se acontecer pronação ou supinação com o cotovelo estendido, também ocorrerá a rotação medial ou lateral do ombro, porém, nesse caso, a palma da mão pode ser girada quase por um círculo completo, cerca de 360°.

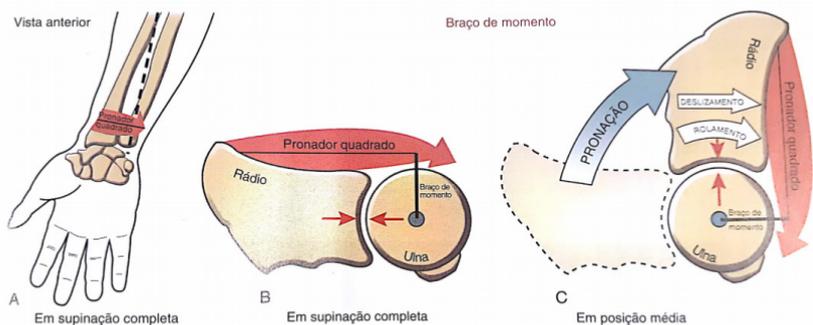


Reflita

Durante a avaliação de Fisioterapia é importante pesquisar a amplitude de prono-supinação com o cotovelo em flexão de 90° e em contato com a lateral do corpo, pois esta posição (prono-supinação) evita que o ombro substitua o movimento do antebraço, interferindo na avaliação.

O músculo pronador quadrado é biomecanicamente bem distribuído para ser um produtor efetivo de torque e estabilizador na articulação rádio-ulnar distal. Na Figura 2.23 podemos observar a linha de força do pronador quadrado quase perpendicular ao eixo de rotação do antebraço, em um ângulo quase reto, além da artrocinemática de rolamento e deslizamento partindo de uma posição média para pronação.

Figura 2.23 | Linha de força do pronador quadrado

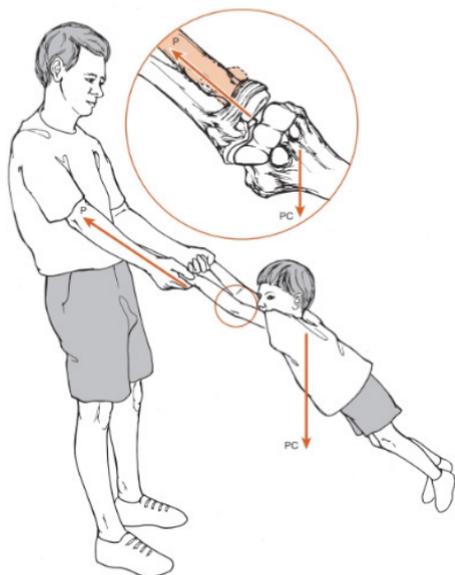


Fonte: Neumann (2011, p. 211).

As disfunções e/ou lesões do cotovelo e do antebraço podem gerar alterações biomecânicas. Uma alteração bem conhecida é a do cotovelo do arremessador, pois o movimento de arremesso gera um estresse em valgo significativo no cotovelo e, sequencialmente no ligamento colateral medial (LCM). A geração desse estresse repetitivo acomete muitos atletas, por exemplo os arremessadores de beisebol, desde os iniciantes até os profissionais. Em casos de rompimento do LCM, a reparação cirúrgica pode ser indicada.

Há ainda a lesão "cotovelo puxado", também conhecida por síndrome do estiramento do cotovelo ou "cotovelo da ama-seca", em que um puxão forte pelo antebraço faz com que a cabeça do rádio seja tracionada pelo anel do ligamento anular por meio da força tênsil aplicada no antebraço (Figura 2.24). O deslocamento inferior da articulação radiulnar superior ou proximal (deslizamento da cabeça do rádio) ocorre mais frequentemente em crianças no período da pré-escola. Isso pode ocorrer porque a cabeça do rádio nas crianças ainda está em formação, sem haver diferença de tamanho entre cabeça e pescoço do rádio.

Figura: 2.24 | Cotovelo puxado ou cotovelo da ama-seca



Fonte: Oatis (2014, p. 214).



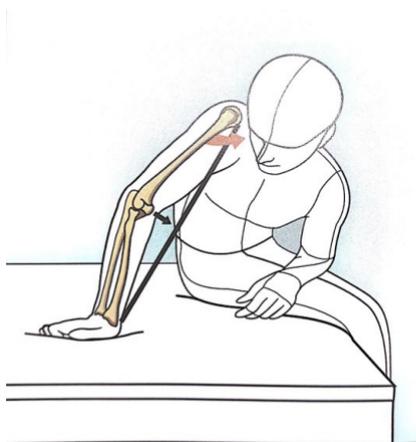
Assimile

Uma explicação comum para o deslocamento inferior da articulação radiulnar é que, nesse estágio de desenvolvimento infantil, a cabeça do rádio está inadequadamente formada, sem diferença de tamanho entre cabeça e pescoço do rádio, ou seja, está sem a ossificação da cabeça do rádio. Além disso, o ligamento anular não pode servir como um laço satisfatório que previna o deslizamento da cabeça do rádio.

A paralisia de tríceps ocorre quando há fraturas na coluna cervical em C⁶, podendo levar a quadros como o de quadriplegia, com perda da função motora e sensorial, localizada abaixo da altura da raiz nervosa C⁶. Os sintomas apresentados são a paralisia total do tronco e dos músculos dos membros inferiores e paralisia parcial dos músculos dos membros superiores. Em casos onde alguns músculos inervados por C⁶ em diante são poupados, indivíduos que apresentam esse nível de quadriplegia possuem uma possibilidade de realizar muitas atividades funcionais independentes, como

sentar, vestir-se, entre outras. A Figura 2.25 mostra um indivíduo com quadriplegia C⁶ utilizando a porção clavicular inervada do músculo peitoral maior e o deltoide anterior (seta vermelha) para puxar o úmero em direção à linha média. Devido ao punho e a mão estarem fixos na cama, ocorre a rotação do músculo do cotovelo em extensão. Logo após se fixar em extensão, o cotovelo estável possibilita que o membro aceite o peso, sem que ocorra dobramento do elo médio.

Figura 2.25 | Utilização do músculo do ombro na paralisia total do tríceps



Fonte: Neumann (2011, p. 206).

Pesquise mais

Para saber mais sobre as lesões que acometem o cotovelo, leia o artigo:

CARVALHO, Raquel; et al. Luxação simples do cotovelo associada a lesão ligamentar interna e externa. **Rev. Port. Ortop. Traum.**, Lisboa, v. 21, n. 1, mar. 2013. <<https://bit.ly/2JzBYGN>>. Acesso em: 18 jul. 2018.

Sem medo de errar

Na situação problema desta seção abordamos a história dos monitores Maria e Mauro, que decidiram apresentar aos alunos um estudo de caso sobre lesão que acomete o cotovelo, na região

mediana do braço, ocorrendo principalmente com pessoas que praticam esportes como tênis, golfe, artes marciais entre outras. E para que todos soubessem bem sobre essas lesões Mauro e Maria pediram aos alunos que estudassem estabilizadores ativos e estabilizadores passivos do cotovelo.

Logo após a solicitação de Maria e Mauro, os alunos começaram seus estudos e juntos viram que na articulação umerorradial, no momento em que ocorre a flexão ativa, a fôvea radial é fortemente tracionada no capitulo pelos músculos em contração. Essa articulação possui uma estabilidade mínima no plano sagital ao cotovelo em relação à articulação úmero-ulnar, porém confere 50% de resistência contra uma força que gere um valgo do cotovelo; durante a flexão passiva do cotovelo encontramos na articulação umerorradial uma tensão no ligamento colateral lateral (ulnar), na cápsula posterior (CP) e, como estrutura relaxada, a cápsula anterior (CA).

Para que ocorra uma completa extensão da articulação úmero-ulnar é necessário que a derme anterior ao cotovelo, os músculos flexores, a cápsula anterior (CA) e as fibras anteriores do ligamento colateral medial possam ser estiradas e em que também haja o relaxamento dos músculos extensores e da capsula posterior (CP).

Avançando na prática

Cotovelo puxado

Descrição da situação-problema

Paula é estagiária do curso de Fisioterapia e, durante seu estágio em uma UBS (Unidade básica de Saúde), presenciou um movimento diferente na unidade. Uma mãe muito aflita chegou à Unidade Básica de Saúde com seu filho de 3 anos que estava chorando muito e com dor no cotovelo. O médico que estava presente no local, após o atendimento, diagnosticou a criança com deslocamento inferior da articulação radiulnar superior ou proximal, lesão também conhecida como “cotovelo puxado”. Após todos os cuidados realizados na criança, a mãe contou ao médico que estava brincando de rodar o filho, quando este começou a chorar e dizer que o braço estava doendo. Paula logo correu para sua professora supervisora e

perguntou porque quando rodamos uma criança pode ocorrer um deslocamento inferior da articulação radiulnar superior ou proximal.

Resolução da situação-problema

A professora respondeu para Paula que devido à prematuridade óssea e o desenvolvimento infantil, a cabeça do rádio pode estar inadequadamente formada, sem que haja ainda diferença de tamanho entre cabeça e pescoço do rádio, ou seja, sem ossificação da cabeça do rádio, além do ligamento anular não poder servir como um laço satisfatório que previna o deslizamento da cabeça do rádio. Dessa forma, um deslocamento inferior da articulação radiulnar pode ocorrer.

Faça valer a pena

1. O movimento de _____ do cotovelo é usado em vários movimentos importantes para as atividades diárias como empurrar, levantar objetos, pentear-se entre outros. Outra consideração funcional que abrange a cinemática do cotovelo é a _____, que realiza movimentos como arremessar, alcançar e puxar. A movimentação passiva do cotovelo permite uma amplitude máxima de 5°, além da extensão neutra (0°) a 145° de flexão.

Marque a alternativa que completa corretamente as sentenças e que corresponde aos movimentos realizados pelo(s) músculo(s) do cotovelo.

- a) Flexão e pronação.
- b) Extensão e flexão.
- c) Flexão e extensão.
- d) Extensão e pronação.
- e) Extensão e extensão.

2. Um fator muito comum durante algumas brincadeiras infantis é a lesão definida como “cotovelo puxado” também conhecida por síndrome do estiramento do cotovelo ou “cotovelo da ama-seca”, em que um puxão forte pelo antebraço faz com que a cabeça do rádio seja tracionada pelo anel do ligamento anular por meio da força tênsil aplicada no antebraço.

Assinale a alternativa que apresenta a fase em que essa lesão ocorre com maior frequência.

- a) Pré-escolar.
- b) Recém-nascido.
- c) Lactente.
- d) Pré-adolescência.
- e) Escolar.

3. Uma patologia definida como paralisia de tríceps ocorre a partir de fraturas na coluna cervical em C⁶ que podem levar a quadros como quadriplegia, com perda da função motora e sensorial localizadas abaixo da altura da raiz nervosa C⁶. Nos casos em que alguns músculos inervados por C⁶ em diante são poupados, indivíduos que apresentam esse nível de quadriplegia têm uma possibilidade de realizar muitas atividades funcionais independentes, como: sentar, vestir-se, entre outras.

Assinale as disfunções que o indivíduo apresenta diante da paralisia do tríceps.

- a) Paralisia total do tronco e dos músculos dos membros inferiores, com paralisia parcial dos músculos dos membros superiores.
- b) Paralisia parcial do tronco e dos músculos dos membros inferiores, com paralisia parcial dos músculos dos membros superiores.
- c) Paralisia parcial do tronco e dos músculos dos membros inferiores, com paralisia total dos músculos dos membros superiores.
- d) Paralisia total do tronco e dos músculos dos membros inferiores, com paralisia total dos músculos dos membros superiores.
- e) Paralisia total do tronco e dos músculos dos membros inferiores, com paralisia parcial dos músculos dos membros inferiores.

Referências

- CAVALHEIRO, Cristina S. et al. Estudo anatômico da inervação da cápsula do cotovelo. **Revista Brasileira de Ortopedia**, Sorocaba, v. 50, n. 6, p. 673-679, 2015. Disponível em: <<https://bit.ly/2urGwdw>>. Acesso em: 22 abr. 2018.
- HOUGLUM, Peggy A.; BERTOTI, Dolores B. **Cinesiologia clínica de Brunnstrom**. Barueri: Manole, 2014.
- LIPPERT, Lynn S. **Cinesiologia clínica e anatomia**. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2013.
- MOORE, Keith L.; AGUR, Anne M. R.; DALLEY, Arthur F. **Fundamentos de Anatomia Clínica**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2017a.
- NEUMANN, Donald A. **Cinesiologia do aparelho musculoesquelético: Fundamentos para Reabilitação**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.
- OATIS, Carol A. **Cinesiologia: a mecânica e a patomecânica do movimento humano**. 2. ed. Barueri: Manole, 2014.
- RESENDE, Ana Paula M. et al. Eletromiografia de superfície para avaliação dos músculos do assoalho pélvico feminino: revisão de literatura. **Fisioterapia e Pesquisa**, São Paulo, v. 18, n. 3, p. 292-7, jul./set. 2011. Disponível em: <<https://bit.ly/2LqR17F>>. Acesso em: 4 jul. 2018.
- TRIBST, Marcelo F. et al. Estudo anatômico e funcional do complexo ligamentar colateral medial do cotovelo. **Acta ortop. bras**. v. 20, n. 6, p. 334-338, 2012. Disponível em: <<https://bit.ly/2zLalee>>. Acesso em: 4 jul. 2018.

Estudo morfofuncional do punho e mão

Convite ao estudo

Prezado aluno, chegamos à Unidade 3, na qual vamos estudar sobre punho e mão. Você já ouviu alguém contar que escorregou e, para não bater o rosto no chão, usou as mãos para se proteger? Você sabia que cerca de 20% da força do impacto é absorvida na mão e o restante passa para o antebraço, gerando, muitas vezes, a fratura dos ossos do antebraço, principalmente o rádio?

Nas seções a seguir estudaremos sobre os componentes que fazem parte das articulações do punho e da mão, estrutura que é constituída de 29 ossos, além de ligamentos e tendões. Vamos também estudar sobre a biomecânica e os músculos que fazem parte do punho e da mão, além de evidências de algumas alterações biomecânicas. Para isso vamos conhecer a história da fisioterapeuta Amélia que trabalha em uma Unidade Básica de Saúde (UBS) e que duas vezes por semana faz atendimento domiciliar pelo programa de saúde da família. Em seu local de trabalho há sempre universitários estagiando, pois existe um vínculo de estágio entre a UBS e uma Instituição de Ensino Superior, de modo que Amélia pode levar os alunos para acompanhar o atendimento domiciliar.

Em uma dessas visitas, Amélia foi realizar o primeiro atendimento fisioterapêutico em Vilma, uma senhora de 65 anos que mora sozinha. Vilma contou que sempre realizou suas atividades do dia a dia andando e sem um acompanhante. Em um desses dias ela estava descendo do ônibus, quando sofreu uma queda. Para se proteger, ela apoiou a mão no chão e, devido à força realizada juntamente com o movimento de extensão do punho, Vilma fraturou a região distal do rádio. No

hospital realizaram um raio-X, através do qual foi comprovada a fratura e, após imobilização do antebraço, Vilma foi medicada devido ao processo inflamatório e dores. Amélia começou o tratamento coletando o histórico da paciente, a qual contou que faz tratamento para osteoporose e hipertensão, além de fazer hidroginástica duas vezes por semana. Após realizar toda coleta Amélia sugeriu aos alunos que traçassem um plano de tratamento para o caso, mas que antes gostaria de alinhar com eles conteúdos referentes às características morfofuncionais do punho e mão, estruturas e biomecânica.

Seção 3.1

Classificação e componentes: punho e mão

Diálogo aberto

Prezado aluno, você já parou para pensar sobre a importância do punho e da mão nas atividades de vida diária (AVD's)? Ter uma lesão nesses segmentos nos induz a pensar mais especificamente nessa importância. Além disso, você como estudante de Fisioterapia, o qual futuramente vai se deparar com alterações das estruturas morfofuncionais e, conseqüentemente, da biomecânica do movimento, por exemplo em indivíduos com fraturas de punho, após acidente vascular encefálico, com lesões por esforço repetitivo do punho e dedos, precisa compreender as estruturas que compõem o punho e a mão, para a realização de boas avaliações e, assim, traçar uma conduta fisioterapêutica ideal.

Dessa forma, nessa seção abordaremos as articulações, classificação e inervação do punho e da mão. No início da unidade tratamos de uma história na qual Amélia, fisioterapeuta da UBS, realiza atendimento domiciliar na casa da dona Vilma, que sofreu uma queda e acabou fraturando o punho, na região distal do rádio. Amélia dividiu a turma em duplas e solicitou que estudassem e montassem maquetes em 3D sobre punho e mão, tendo cada dupla ficado com um conteúdo. No dia da apresentação a aluna Fernanda não estava entendendo a apresentação dos colegas e, ao final, resolveu questionar sobre a articulação do punho. Quais os ossos e articulações que compõem o punho? Quais estruturas dessas articulações? Qual a importância de conhecer essas estruturas para o caso da dona Vilma?

Não pode faltar

Você sabia que o punho e a mão, apesar de serem estruturas pequenas, possuem 29 ossos? Pois é, entre os ossos que compõem o punho temos o rádio e a ulna e mais oito ossos carpais distribuídos em duas fileiras de quatro ossos, formando o punho. Olhando no sentido lateral para medial, ou seja, do lado radial para o lado ulnar, temos, na

fileira proximal, o osso escafoide ou navicular, o semilunar, o piramidal e o pisiforme, e na fileira distal, o osso trapézio (multiangular maior), o trapezoide (multiangular menor), o capitato e o hamato. Na Figura 3.1 encontra-se uma visão ventral do punho e da mão, evidenciando as superfícies articulares e alguns dos ligamentos do punho e da mão. Na região distal aos ossos do carpo ficam os metacarpos e as falanges, os quais constituem os dedos.

Figura 3.1 | Ossos do punho



Fonte: Houglum (2014, p. 257).

Como existem vários ossos no complexo do punho e da mão, conseqüentemente há várias articulações formadas por ossos adjacentes. Por serem articulações sinoviais, os ligamentos e cápsulas protegem e estabilizam esses ossos. Como em quase todos os outros segmentos do corpo, os ligamentos da mão e do punho são de um modo geral denominados de acordo com os ossos que eles ligam. No Quadro 3.1 estão especificados os ligamentos extrínsecos e intrínsecos do punho.

Quadro 3.1 | Ligamentos do punho

Ligamentos extrínsecos do punho	Ligamentos intrínsecos do punho
Radiocárpico dorsal	<p>Curtos (fileira distal)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dorsal • Palmar • Interósseo

<p>Colateral radial</p>	<p>Intermediários (médios)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Semilunar-piramidal. • Escafo-semilunar. • Escafo-trapézio.
<p>Radiocárpico dorsal</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rádio-escafo-capitato. • Rádio- semilunar. • Rádio-escafo-semilunar. 	<p>Longos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Intercápios palmar (“V invertido”). • Perna latera (capitato e escafoide). • Perna medial (capitato ao piramidal). • Intercárpico dorsal (trapézio- escafoide-semilunar-piramidal).
<p>Complexo de fibrocartilagem triangular (CFCT).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Disco articular (fibrocartilagem triangular). • Ligamento capsular da articulação rádio-ulnar. • Ligamento ulno-cárpico palmar. • Ulno-piramidal. • Ulno-semilunar. • Ligamento colateral ulnar. • Homólogo de menisco. 	

Fonte: adaptado de Neumann (2011, p. 222).

As articulações que compõem o punho proporcionam uma grande mobilidade da mão e uma ótima estabilidade estrutural no punho, o que permite um grau extenso de função. Apesar do punho normalmente ser classificado como uma articulação condilar, ele apresenta uma área muito complexa de 15 ossos, 17 articulações e um extenso sistema ligamentar.

Articulação radiocarpal: a articulação radiocarpal é constituída pela extremidade distal bicôncava do rádio e pelas superfícies articulares proximais biconvexas dos ossos escafoide e semilunar. Um disco fibrocartilágineo triangular se introduz na extremidade distal do rádio e no processo estiloide da ulna proximalmente,

durante o ápice do disco que se insere no piramidal distalmente. O disco une o rádio à ulna, ao mesmo tempo em que separa a articulação radiulnar distal e a ulna da articulação radiocarpal. A articulação radiocarpal realiza parte dos movimentos de flexão (flexão palmar), extensão (hiperextensão), desvio radial e desvio ulnar do punho.



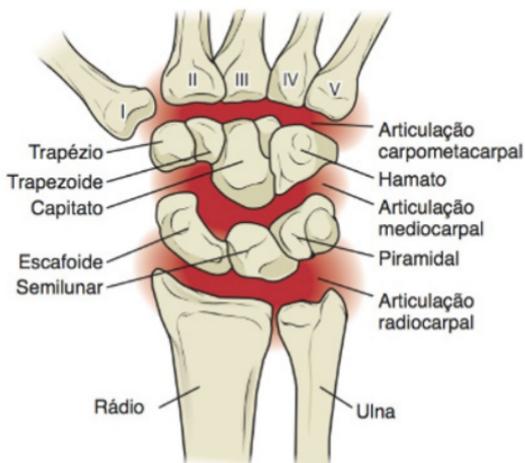
Assimile

O punho é um segmento corporal com funções de extrema importância para as atividades de vida diária (AVD's), pois proporciona grande mobilidade da mão e uma excelente estabilidade estrutural no punho.

Articulação mediocarpal: a articulação mediocarpal é composta pelos ossos das fileiras proximal e distal do carpo. O escafoide articula-se com o trapézio, o trapezoide e o capitato; o semilunar articula-se com o capitato; e o piramidal articula-se com o hamato. Os movimentos realizados pela articulação mediocarpal são os de flexão, extensão e desvio radial e ulnar.

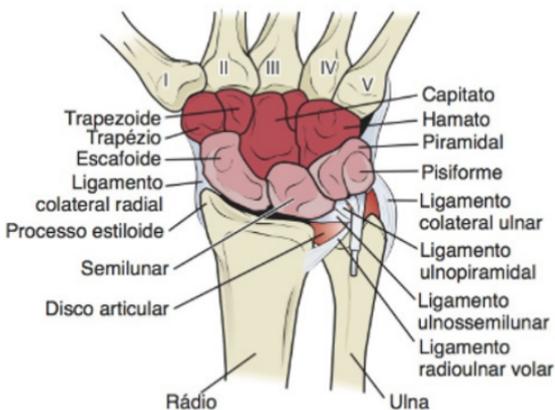
Na Figura 3.2 são observadas as superfícies articulares radiocarpal, intercarpal e carpometacarpal. Já na Figura 3.3 é evidenciado um disco fibrocartilaginoso triangular que se introduz na extremidade distal do rádio e do processo estiloide da ulna, tendo o seu ápice inserido no piramidal.

Figura 3.2 | Articulações radiocarpal, intercarpal e carpometacarpal



Fonte: Houglum (2014, p. 259).

Figura 3.3 | Disco fibrocartilaginoso triangular (disco articular)



Fonte: Houglum (2014, p. 259)



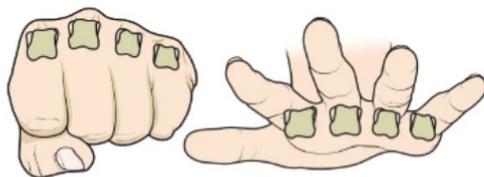
Refleta

Sabemos que a ulna não fica em contato direto com os ossos proximais do carpo, pois há um disco de fibrocartilagem triangular que separa a ulna distal dos ossos proximais do carpo. Entretanto se o disco fibrocartilagem triangular for lesionado, como isso poderia refletir na articulação do punho?

Articulações carpometacarpais (CMC): as articulações carpometacarpianas (CMC) se articulam com a fileira distal de ossos do carpo, com a base dos cinco ossos metacárpicos. Uma cavidade articular comum existe entre esses quatro ossos do carpo, as articulações CMC e as articulações intermetacarpais. Devido ao grau de mobilidade menor, a terceira articulação CMC é o pilar central da mão, em volta do qual o restante da mão roda. Mesmo com pouca mobilidade intra-articular, cada articulação da mão possui um significado para sua função e são essas articulações as causas pelas quais a mão consegue realizar mudanças tão extensas como de uma posição fechada passar a de uma mão totalmente aberta, como demonstra a Figura 3.4.

A articulação CMC do polegar é composta pelo trapézio e pela base do primeiro metacarpo; as extensões desses dois ossos são tanto convexas quanto côncavas e constitui uma articulação selar. A cápsula articular é grossa, porém frouxa, e o metacarpo pode ser afastado em até 3 mm do trapézio. O polegar realiza os movimentos de abdução e adução (na esfera perpendicular à palma); flexão e extensão (em um plano paralelo à palma); e oposição, ou seja, rotação do primeiro metacarpo no trapézio para chegar à polpa do polegar e à polpa dos outros dedos.

Figura 3.4 | Posição das cabeças dos metacarpos quando fechamos e abrimos a mão



Fonte: Hougum (2014, p. 260).



Pesquise mais

Prezado aluno, leia um pouco mais sobre as articulações carpometacarpais no artigo indicado. Lá você poderá ver também algumas imagens.

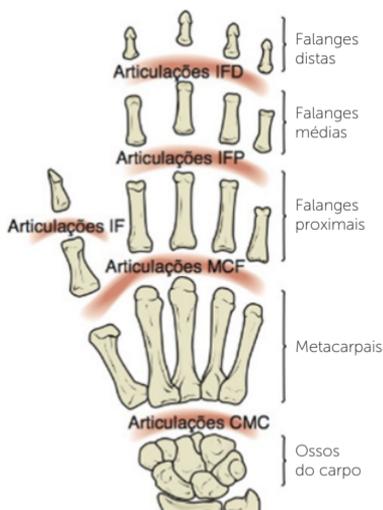
YAMAGUCHI, C. K. et al. Estudo por Imagem da Articulação Carpometacarpal do Polegar. **Rev. Bras. Reumatol**, v. 48, n. 5, p. 297-300, set/out. 2008. Disponível em: <<https://bit.ly/2LM7PKy>>. Acesso em: 1 ago. 2018.

As articulações dos cinco dedos são as articulações metacarpofalângicas (MCF) e as articulações interfalangianas (IF). Há em cada uma delas uma superfície convexa proximal que se articula com uma superfície côncava distal.

Articulações metacarpofalângicas (MCF): As articulações MCF dos dedos são do tipo condilar, em que as superfícies arredondadas das cabeças dos metacarpais ligam-se com as áreas mais rasas das bases das falanges proximais. Cerca de três quartos do âmbito das cabeças dos metacarpais são encobertos por cartilagem articular, que se estende para a superfície volar. As superfícies articulares da base das falanges se alongam pelas cápsulas volares fibrocartiláneas. Na Figura 3.6 é demonstrada a superfície das articulações metacarpofalângicas e interfalângicas, além disso, cada uma possui uma superfície proximal convexa que se articula com uma superfície distal côncava.

Articulações interfalângicas (IF): cada um dos dedos do 2º ao 5º apresenta duas articulações IF, chamadas de interfalângicas proximais (IFP), que são constituídas pela articulação entre as bases da falange média e as cabeças das falanges proximais, e as interfalângicas distais (IFD) são constituídas pela articulação entre as bases das falanges distais e entre as cabeças das falanges médias. O polegar possui duas falanges e, por isso, apresenta apenas uma articulação IF. Todas as articulações IF são gínglimos com um grau de liberdade. Veja a Figura 3.5.

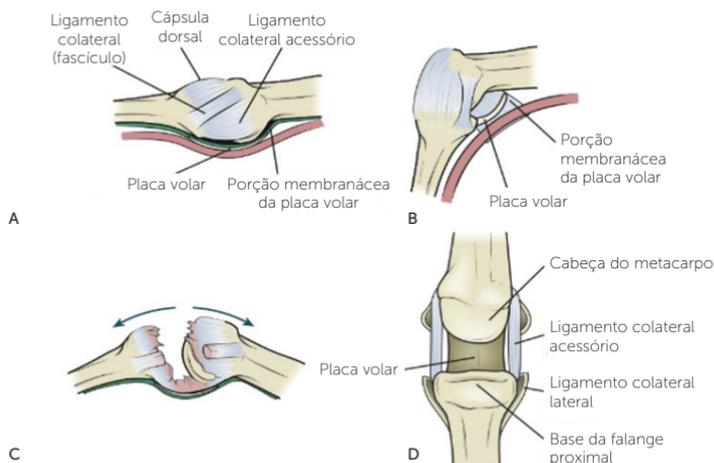
Figura 3.5 | Articulações que compõem a mão



Fonte: Houglum (2014, p. 262).

As articulações IF têm um mecanismo de disco palmar parecido com a articulação MCF e com a adição de ligamentos-rédeas que ajudam na hiperextensão. Esses ligamentos atravessam a articulação na superfície palmar em qualquer lado da bainha do tendão flexor. Pode-se observar na Figura 3.6 as estruturas capsulares e ligamentares da articulação metacarpofalângica.

Figura 3.6 | Estruturas capsulares e ligamentares da articulação metacarpofalângica



Legenda: numa visão lateral, na imagem A há a relação entre placa volar, as superfícies articulares, a cápsula e os ligamentos colaterais na extensão. Na B vê-se essa relação das estruturas na flexão. Nas imagens C e D, houve uma remoção das cápsulas e dos ligamentos para mostrar a placa volar.

Fonte: Houglum (2014, p. 263).

Músculos extensores do punho: a introdução proximal dos extensores do punho mostra uma inserção tendínea comum nos epicôndilos lateral do úmero, incluindo-se também o extensor radial longo do carpo mais acima no sulco supracondilar lateral. Os músculos que estendem o punho são o extensor radial longo do carpo, o extensor radial curto do carpo e o extensor ulnar do carpo. Quando o punho for estendido e estiver fechado, o tendão do extensor radial longo do carpo torna-se proeminente e acessível à observação, já o tendão do extensor do indicador cruza sobre o extensor radial curto do carpo, confundindo um pouco a identificação do músculo por palpação. O tendão do extensor ulnar do carpo fica proeminente se o punho estiver estendido e ainda mais proeminente se o punho realizar

um desvio ulnar simultâneo. A porção muscular do extensor ulnar do carpo é fácil de ser palpada cerca de 5 cm abaixo do epicôndilo lateral do úmero, devido a sua localização entre o ancôneo e o extensor dos dedos. A começar desse ponto, o extensor ulnar pode ser seguido distalmente ao longo da superfície posteromedial do antebraço em direção à cabeça da ulna.

Flexores do punho: parte da introdução proximal dos flexores do punho é o tendão flexor comum no epicôndilo medial do úmero. Com o cotovelo em posição anatômica e flexionado, esses músculos se localizam no lado anterior do eixo do cotovelo.

Os músculos que fazem parte da flexão do punho são o flexor radial do carpo, o flexor ulnar do carpo, o palmar longo, o flexor superficial dos dedos, o flexor profundo dos dedos, o flexor longo do polegar e o abductor longo do polegar. Os três tendões dos flexores do punho tornam-se proeminentes quando se oferece resistência à flexão do punho, como demonstrado na Figura 3.7. O tendão palmar longo possui uma localização mais central, podendo variar o tamanho entre diferentes indivíduos ou até mesmo estar ausente. Na parte lateral a ele se encontra o forte tendão do flexor radial do carpo. Esse tendão se localiza em uma posição superficial no antebraço distal, é mantido pelo ligamento transversal do carpo e some em um sulco no osso trapézio. O tendão do flexor ulnar do carpo se localiza perto da margem ulnar do antebraço.

Figura 3.7 | Resistência à flexão do punho aplicada na palma da mão



Fonte: Houglum (2014, p. 275).

Músculos desviadores radial e ulnar: os músculos palmar longo e o extensor radial curto do carpo se localizam na região central no punho. Os outros músculos flexores e extensores do punho são encontrados perto do lado ulnar ou radial do punho. Devido a essa posição, esses músculos são capazes de realizar movimentos no punho de um lado a outro, além dos movimentos de flexão e extensão.

Desse mesmo modo, o extensor radial longo do carpo e o flexor radial do carpo produzem desvio radial. Quando houver uma resistência maior para o movimento de desvio radial, o adutor longo do polegar e o extensor curto do polegar atuam como sinérgicas. Devido a esses dois músculos apresentarem uma linha de ação benéfica à ação do desvio radial, eles conseguem apoiar-se independentemente da posição do polegar, esteja ele flexionado, estendido, abduzido ou aduzido. O nervo que inerva todos os músculos que atravessam o lado dorsal do punho é o nervo radial (extensor radial longo do carpo, extensor radial curto do carpo e o extensor ulnar do carpo). Já os flexores principais e todos os músculos que atravessam o lado palmar do punho são inervados pelo nervo mediano (flexor radial do carpo e o palmar longo) e ulnar (flexor ulnar do carpo).

Mão: os músculos que agem nos dedos são divididos em músculos extrínsecos e intrínsecos da mão. Os músculos extrínsecos possuem suas introduções proximais no antebraço ou, em poucos casos, muito proximais nos epicôndilos do úmero; já os músculos intrínsecos, ao contrário dos músculos extrínsecos, apresentam suas inserções proximais e distais dentro da mão. A maior parte dos movimentos ativos da mão como, por exemplo, abrir e fechar os dedos necessita de cooperação entre os músculos extrínsecos e intrínsecos e os músculos do punho.

Músculos extrínsecos: a principal função dos músculos extrínsecos é gerar força e controlar a função motora da mão. São chamados de extensores e flexores longos dos dedos.

Extensor longo dos dedos: o retináculo do extensor no punho mantém os tendões dos extensores no lugar e evita o arqueamento dos tendões ao longo dos movimentos do punho e dos dedos. O retináculo forma seis túneis osteofibrosos pelos quais passam os nove tendões extensores da mão.

O músculo extensor dos dedos se posiciona na parte posterior do antebraço e se introduz distalmente do 2º ao 5º dedo; é o único músculo que estende todos esses quatro dedos. O extensor do dedo mínimo é

um longo músculo estreito que se localiza no antebraço posterior cuja função é estender todas as articulações do dedo mínimo. O extensor do indicador é um músculo pequeno e estreito localizado no antebraço posterior, age como principal extensor do indicador na articulação MCF.

Flexor longo dos dedos: o músculo flexor superficial dos dedos tem um grande ventre muscular próximo que se divide em superficial e profundo mais distalmente no antebraço. Seus dois tendões superficiais ligam-se ao 3º e ao 4º dedo, enquanto os dois tendões profundos se introduzem no 2º e no 5º dedo.

O músculo do flexor profundo dos dedos se encontra na região da ulnar, parte anterior do antebraço, e mostra um ventre muscular que se divide em quatro tendões, cada um deles encontrando-se sob seu respectivo tendão superficial na mão e nos dedos até se tornarem mais superficiais ao aparecerem pela divisão do flexor superficial dos dedos de seu dedo específico, com o objetivo de introduzirem-se nas falanges distais dos dedos. O tendão do flexor profundo dos dedos que se introduz no segundo dedo, muitas vezes se separa do ventre muscular antes dos outros tendões na parte distal do antebraço.

Músculos do polegar: o músculo flexor longo do polegar é pequeno e fica localizado no antebraço anterior. Esse músculo é o principal flexor do polegar e também é o único flexor da articulação IF.

Os dois principais músculos que estendem o polegar são o extensor longo do polegar e o extensor curto do polegar. Esses músculos trabalham juntos como os principais extensores do polegar: o extensor longo se introduz na falange distal do polegar e o extensor curto, na base da falange proximal (ver Figura 3.8).

Figura 3.8 | Extensor longo do polegar e extensor curto do polegar



Fonte: Houglum (2014, p. 258).

O abductor longo do polegar e o flexor curto se inserem no capuz dorsal e, além disso, podem estender a articulação IF. O abductor longo do polegar é um pequeno músculo que se localiza na face posterior do antebraço e da mão, sendo o principal agonista na abdução do polegar.



Exemplificando

O músculo abductor longo do polegar é um músculo profundo que se une ao cúbito do antebraço, à membrana interóssea deste e do rádio, e ao primeiro metacárpico, localizando-se abaixo do músculo supinador.

Músculos intrínsecos: são 20 músculos intrínsecos da mão, os quais, apesar de serem pequenos, são essenciais para o controle fino dos dedos.

Músculos da eminência tenar: esse grupo muscular tenar atua no polegar e é composto por três músculos: o flexor curto do polegar, o abductor curto do polegar e o oponente do polegar. O abductor curto do polegar é o mais superficial dos três e se introduz na parte anterolateral da falange proximal, abduzindo o polegar; o músculo flexor curto do polegar se introduz na falange proximal do polegar e flexiona as articulações CMC e MCF. Já o oponente do polegar se junta na superfície lateral e palmar do primeiro metacarpal e trabalha para realizar a oposição do polegar. Esse músculo se localiza na eminência tenar, imediatamente medial ao abductor curto do polegar.

Músculos da eminência hipotênar: o grupo muscular hipotênar possui três músculos que são localizados na parte lateral da palma, entre o punho e a base do dedo mínimo: o flexor do dedo mínimo, o abductor do dedo mínimo e o oponente do dedo mínimo. O oponente do dedo mínimo é o mais profundo dos três músculos hipotenares.

O grupo muscular que se posiciona entre as eminências tenar e hipotênar se localizam na palma da mão. Os músculos interósseos compõe três músculos palmares e quatro músculos dorsais, tendo sua origem na região metacarpal da mão com inserção na base das falanges proximais.

Os lumbricais são os únicos músculos que não possuem introdução óssea. Suas introduções proximais e distais são nos tendões de outros músculos: suas inserções proximais se encontram nos tendões do flexor profundo e distais nos tendões do extensor dos dedos. O músculo da palma média da mão é o adutor do polegar. A inervação dos músculos que compõem a mão está descrita no Quadro 3.2.

Quadro 3.2 | Classificação e inervação dos músculos da mão

Grupos musculares	Origem	Inserção	Inervação
Músculos tenares			
Abdutor curto do polegar.	(Retináculo dos flexores, trapézio e escafoide).	Proximal: retináculo do flexor e tubérculos do escafoide e do trapézio. Distal: base da 1ª falange proximal, face lateral.	Nervo mediano (C ⁸ , T ¹).
Oponente do polegar	(Profundo, do retináculo dos flexores e trapézio).	Proximal: retináculo do flexor e tubérculos do escafoide e do trapézio. Distal: ao longo de toda a face lateral do 1º metacarpal.	Nervo mediano (C ⁸ , T ¹).
Flexor curto do polegar.	(Retináculo dos flexores, trapézio e escafoide).	Proximal: retináculo do flexor, e tubérculos do escafoide e do trapézio. Distal: base da falange proximal do 1º dedo, face lateral.	Nervo mediano (C ⁸ , T ¹).
Músculos hipotenares			
Abdutor do dedo mínimo.	(Osso pisiforme).	Proximal: pisiforme. Distal: face medial da 5ª falange proximal.	Nervo ulnar, ramo profundo (C ⁸ , T ¹).
Flexor do dedo mínimo.	(Osso hamato e retináculo do flexor).	Proximal: hamato e retináculo do flexor. Distal: face medial da 5ª falange proximal.	Nervo ulnar, ramo profundo (C ⁸ , T ¹).
Oponente do dedo mínimo.	(Osso hamato e retináculo do flexor).	Proximal: hamato e retináculo do flexor. Distal: borda medial do 5º metacarpal.	Nervo ulnar, ramo profundo (C ⁸ , T ¹).

Músculos hipotenares

Abdutor do dedo mínimo.	(Osso pisiforme).	Proximal: pisiforme. Distal: face medial da 5ª falange proximal.	Nervo ulnar, ramo profundo (C ⁸ , T ¹).
Flexor do dedo mínimo.	(Osso hamato e retináculo do flexor).	Proximal: hamato e retináculo do flexor. Distal: face medial da 5ª falange proximal.	Nervo ulnar, ramo profundo (C ⁸ , T ¹).
Oponente do dedo mínimo.	(Osso hamato e retináculo do flexor).	Proximal: hamato e retináculo do flexor. Distal: borda medial do 5º metacarpal.	Nervo ulnar, ramo profundo (C ⁸ , T ¹).

Músculos intrínsecos e profundos

Adutor do polegar	(Porção Obliqua: base do 3º metacarpais, capitatos 2º. Porção Transversa: face anterior do 3º metacárpico).	Proximal: cabeça transversa: face anterior do 3º metacarpal. Cabeça oblíqua: bases do 2º e do 3º metacarpais, capitatos. Distal: base anteromedial da 1ª falange proximal.	Nervo ulnar, ramo profundo (C ⁸ , T ¹).
Lumbricais	(Tendões dos músculos flexores profundos dos dedos).	Proximal: 1-2: dois tendões laterais do FPD; 3-4: três tendões mediais do FPD. Distal: superfícies laterais das expansões de extensão do 2º ao 5º dedo.	1-2: Nervo mediano (C ⁸ , T ¹).
Interósseos dorsais	(Fases adjacentes dos ossos metacárpicos); (Diáfise dos dedos I, II, IV, V).	Proximal: dorsais (1-4): lados adjacentes ao MC 2. Distal: ambos: expansões de extensão; dorsais (1-4): bases das falanges proximais do 2º ao 4º dedo.	Nervo ulnar, ramo profundo (C ⁸ , T ¹).
Interósseos palmares	(Fases adjacentes dos ossos metacárpicos); (Diáfise dos dedos I, II, IV, V).	Proximal: palmares (1-3): superfície anterior dos metacarpos 2 a 5. Distal: palmares (1-3): bases das falanges proximais dos dedos 2 a 5.	Nervo ulnar, ramo profundo (C ⁸ , T ¹).

Legenda: FPD: flexor profundo dos dedos / MC: metacarpais.

Fonte: adaptado Houglum (2014, p. 278 e 281).

Retomemos a história de Amélia, uma fisioterapeuta que trabalha em uma Unidade Básica de Saúde e que atende os alunos da Instituição de Ensino Superior. Amélia dividiu a turma em duplas e solicitou que estudassem e montassem maquetes em 3D sobre punho e mão, tendo cada dupla ficado com um conteúdo específico. No dia da apresentação a aluna Fernanda não estava entendendo a apresentação dos colegas e, ao final, resolveu questionar sobre a articulação do punho. Quais ossos e articulações compõem o punho? Quais as estruturas dessas articulações? Qual a importância de conhecer essas estruturas para o caso da dona Vilma?

Manoel era um dos integrantes do grupo para o qual Fernanda fez questionamentos, aos quais ele respondeu que o punho e a mão, apesar de serem estruturas pequenas, possuem 29 ossos. Entre os ossos que compõem o punho, temos o rádio e a ulna, além de mais oito ossos carpais distribuídos em duas fileiras de quatro ossos.

As articulações do punho são a articulação radiocarpal, que é constituída pela extremidade distal bicôncava do rádio e pelas superfícies articulares proximais biconvexas dos ossos escafoide e semilunar; a articulação mediocarpal, que é composta pelos ossos das fileiras proximal e distal do carpo, realizando movimentos de flexão, extensão e desvio radial e ulnar; e as articulações carpometacarpianas que se articulam com a fileira distal de ossos do carpo e com a base dos cinco ossos metacarpícos. Já a articulação radiocarpal é constituída pela extremidade distal bicôncava do rádio e pelas superfícies articulares proximais biconvexas dos ossos escafoide e semilunar. Um disco fibrocartilágineo triangular se introduz na extremidade distal do rádio e no processo estiloide da ulna proximalmente durante o ápice do disco que se insere no piramidal distalmente. O disco une o rádio à ulna, ao mesmo tempo em que separa a articulação radiulnar distal e a ulna da articulação radiocarpal. A articulação radiocarpal realiza parte dos movimentos de flexão (flexão palmar), extensão (hiperextensão), desvio radial e desvio ulnar do punho.

Além disso, Manoel explicou para Fernanda a importância de estudar essas estruturas, principalmente no caso de dona Vilma, já que ela apresenta algumas patologias associadas (hipertensão e

osteoporose), e a obtenção desse conhecimento poderá capacitá-la para oferecer melhores cuidados aos pacientes.

Avançando na prática

Articulações do punho

Descrição da situação-problema

Júlio é eletricista e trabalha em uma empresa de energia elétrica. Ele recebeu um chamado para dar manutenção em um poste elétrico que tinha sido desligado após uma forte chuva. Júlio sempre utiliza equipamentos de proteção individual (EPIs), mas, nesse dia, como estava atendendo várias ocorrências, não se preocupou. No momento em que Júlio estava subindo no poste para realizar a manutenção, desequilibrou-se e escorregou. Para se proteger da queda, apoiou a mão no chão. Rapidamente ele foi levado para o hospital e após o raio-X (demostrado na Figura 3.9) foi diagnosticado com lesão na articulação radiocarpal e fratura distal do rádio. Um dos cuidados prescritos foi a fisioterapia, de forma que Júlio logo procurou a clínica escola, onde foi atendido por Carlos, um estagiário do novo semestre de Fisioterapia, que após coletar o histórico do paciente, foi conversar com sua professora. Maria, a professora de Carlos, notou que ele estava com algumas dúvidas e solicitou-lhe que revisasse a matéria sobre a articulação radiocarpal.

Figura 3.9 | Fratura agrupada, queda de altura



Fonte: Belloti (2013, p. 39).

Resolução da situação-problema

Carlos realizou sua revisão e respondeu à professora que a articulação radiocarpal é constituída pela extremidade distal bicôncava do rádio e pelas superfícies articulares proximais biconvexas dos ossos escafoide e semilunar. Um disco fibrocartilágineo triangular se introduz na extremidade distal do rádio, proximalmente no processo estilóide da ulna e distalmente durante o ápice do disco que se insere no piramidal. O disco une o rádio à ulna ao mesmo tempo em que separa a articulação radiulnar distal e a ulna da articulação radiocarpal. A articulação radiocarpal realiza parte dos movimentos de flexão (flexão palmar), extensão (hiperextensão), desvio radial e desvio ulnar do punho.

Faça valer a pena

1. O grupo muscular tenar atua no polegar e é composto por três músculos: o flexor curto do polegar, o abductor curto do polegar e o oponente do polegar. O abductor curto do polegar é o mais superficial dos três e se introduz na parte anterolateral da falange proximal, abduzindo o polegar; o músculo flexor curto do polegar se introduz na falange proximal do polegar e flexiona as articulações _____ e _____. Já o oponente do polegar se junta na superfície lateral e palmar do primeiro metacarpal e trabalha para realizar a oposição do polegar. Esse músculo se localiza na eminência tenar, imediatamente medial ao abductor curto do polegar.

Marque a alternativa que completa corretamente as sentenças:

- a) Articulações carpometacarpais (CMC) e articulações interfalângicas (IF).
- b) Articulações carpometacarpais (CMC) e articulações metacarpofalângicas (MCF).
- c) Articulações interfalângicas (IF) e articulações metacarpofalângicas (MCF).
- d) Articulações carpometacarpais (CMC) e articulações interfalângicas distais (IFD).
- e) Articulações interfalângicas distais (IFD) e articulações metacarpofalângicas (MCF).

2. O complexo do punho e da mão são compostos, no total, de 29 ossos. Entre os ossos que compõem o punho, temos o rádio e a ulna, além de mais oito ossos carpais distribuídos em duas fileiras de quatro

ossos, formando o punho. A fileira proximal é constituída a partir do lado radial (polegar) para o lado ulnar (dedo mínimo), pelo osso escafoide ou navicular, o semilunar, o piramidal e o pisiforme.

No complexo do punho a fileira distal é composta de quais ossos?

- a) Trapézio, trapezoide, capitato e hamato.
- b) Trapézio, trapezoide, crânio e hamato.
- c) Trapézio, piramidal, capitato e hamato.
- d) Trapézio, trapezoide, capitato e pisiforme.
- e) Trapézio, úmero, capitato e hamato.

3. A articulação CMC do polegar é composta pelo _____ e pela base do _____; as extensões desses dois ossos são tanto convexas como côncavas e constituem uma articulação selar. A cápsula articular é grossa, porém frouxa, e o metacarpal pode ser afastado até 3 mm do trapézio. O polegar realiza os movimentos de abdução e adução (na esfera perpendicular à palma); flexão e extensão (em um plano paralelo à palma); e oposição, ou seja, rotação do primeiro metacarpo no trapézio para chegar à polpa do polegar e à polpa dos outros dedos.

Quais ossos compõe a articulação CMC do polegar?

- a) Trapézio e o primeiro metacarpo.
- b) Trapézio e falanges.
- c) Falanges e o primeiro metacarpo.
- d) Capitato e trapézio.
- e) Capitato e o primeiro metacarpo.

Seção 3.2

Ação dos músculos que envolvem movimentos do punho e da mão

Diálogo aberto

Caro aluno, vimos, na seção anterior, sobre a denominação e componentes das articulações do punho e da mão, sobre a classificação e denominação dos músculos destes, bem como a inervação dos músculos que os envolvem.

Na presente seção daremos continuidade aos nossos estudos, adquirindo conhecimentos, agora, sobre a ação do punho e da mão a partir da abordagem dos planos e eixos, alavancas e polias, ponto fixo e ponto móvel, entre outros.

Para ajudar, vamos relembrar a história Amélia, que é fisioterapeuta e trabalha em uma Unidade Básica de Saúde (UBS) que tem vínculo de estágio com a Instituição de Ensino Superior, de modo que recebe alunos para a realização de estágio.

Sendo a orientadora dos estagiários na UBS, Amélia levou-os para acompanhar o atendimento domiciliar de Vilma, que caiu e sofreu fratura no punho. A partir dessa situação, Amélia solicitou que os alunos apresentassem estudos de caso para discussão. No primeiro momento a discussão foi sobre a ação muscular do punho e dos dedos, além dos planos e eixos relacionados aos movimentos desses segmentos corporais, pois é importante revisitar esses conteúdos para traçar um plano de tratamento para a dona Vilma. No dia da discussão Amélia questionou: quais movimentos agem no punho e dedos? Os movimentos do punho e da mão ocorrem em quais planos e eixos?

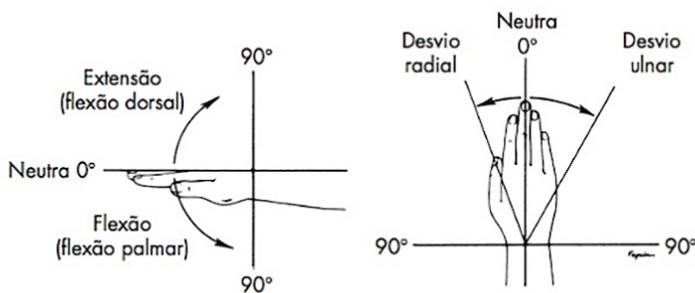
Não pode faltar

A mão necessita ter uma rica fonte de inervação motora e sensitiva de músculos, pele e articulações da região por causa de suas funções altamente complexas e coordenadas. Assim, o controle fino sobre

os músculos e os movimentos dos dedos precisam de uma grande quantidade de informações sensitivas. Os movimentos da mão associados aos movimentos do punho realizam muitas atividades de vida diária (AVDs). Então vamos compreender os movimentos e funções do punho e da mão?

Os movimentos do punho são definidos em dois graus de liberdade: flexão-extensão e desvio ulnar-radial. Quando ocorre o movimento do punho que o afasta do corpo, este é denominado de desvio ou abdução radial, ou ainda desvio lateral. Já o movimento do punho que o aproxima do corpo é definido como desvio ou abdução ulnar, ou ainda desvio medial. Quando há resistência externa acima da força de contração muscular de dois músculos que possuem ação antagônica (partindo da posição neutra), como na flexão e extensão de punho, ocorrerá desvio radial ou ulnar. Na Figura 3.10 são demonstrados o movimento de flexão e extensão e o desvio ulnar e desvio radial a partir de uma posição neutra.

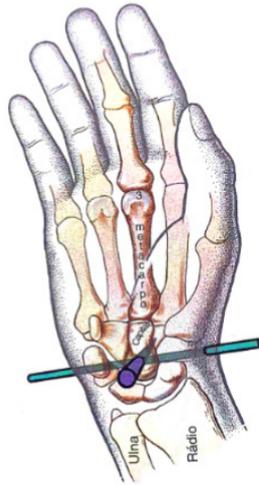
Figura 3.10 | Amplitude do punho



Fonte: Floyd (2011, p. 164).

De acordo com Kapandji (2013) as articulações responsáveis pelos movimentos do punho são as articulações radiocarpal e mediocarpal, sendo esta última responsável pela metade do movimento de desvio radial e por um terço da amplitude de desvio ulnar, enquanto o restante ocorre na articulação radiocarpal. Esses movimentos se dão em torno de um eixo através da cabeça do capitato. Veja na Figura 3.11 os eixos de rotação para o movimento do punho: mediolateral (verde) e anteroposterior (roxo) destacados, penetrando na cabeça do capitato.

Figura 3.11 | Eixos de rotação para o movimento do punho



Fonte: Neumann (2011, p. 225).

Em geral, o eixo acompanha uma direção quase medial-lateral para os movimentos de flexão e extensão, e em sentido quase ântero-posterior para o desvio ulnar e radial. Apesar de, os eixos serem descritos como estacionários, na prática esses eixos movem um pouco quando ocorre a amplitude completa do movimento. A fixação da articulação entre o capitato e a base do terceiro osso metacárpico provoca o movimento de rotação do capitato com o intuito de direcionar a trajetória osteocinemática de toda a mão.

No plano sagital o punho se move cerca de 130 a 60 graus. A flexão do punho em média movimenta-se cerca de 70 a 85 graus e se estende de 0 a cerca de 60 a 75 graus. A amplitude do movimento do punho como em qualquer outra articulação diartrodial, varia conforme a saúde do indivíduo, idade e a maneira em que o movimento do punho é realizado sendo esse movimento ativo ou passivo. Em condições fisiológicas normais o movimento de flexão total excede a extensão em cerca de 10 a 15 graus. A amplitude normal desse movimento de flexão é limitada naturalmente pela rigidez dos ligamentos radiocárpicos palmares espessos, embora em alguns indivíduos uma inclinação palmar maior que a média da extremidade distal do rádio leva a uma limitação da amplitude de extensão. No plano frontal o punho se move aproximadamente de 50 a 60 graus no desvio radial e ulnar

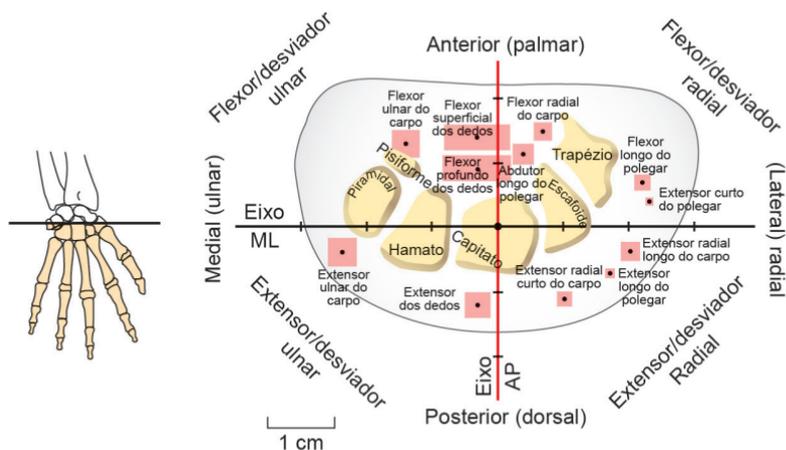
e é medido através do ângulo entre o rádio e a haste longa (diáfise) do terceiro metacarpo. O desvio ulnar acontece a partir de 0 grau próximo a 33 a 40 graus; já o desvio radial decorre a partir de 0 grau até aproximadamente 15 a 20 graus. Em especial devido à inclinação ulnar do rádio distal, onde o valor máximo da amplitude do desvio ulnar é geralmente o dobro do valor máximo do desvio radial. Abaixo observa-se uma visão geral dos planos e eixos dos movimentos do punho através do túnel do carpo.



Assimile

Os movimentos do punho são definidos pela flexão-extensão e desvio ulnar-radial. Em condições normais, a flexão excede a extensão e o desvio ulnar excede o desvio radial.

Figura 3.12 | Visão em seção transversal através do túnel do carpo



Fonte: Neumann (2011, p. 233).



Refleta

Hoje em dia, mesmo com várias metodologias de estudos e técnicas sofisticadas, os dados que descrevem a cinemática do punho (em todas as regiões), na maioria das vezes, são inconsistentes. Estudos

precisos e repetitivos da cinemática sofrem alguns obstáculos tanto pela complexidade da anatomia do movimento como pelas variações naturais do ser humano.

Apesar do avanço e aumento das pesquisas sobre esse tema, o estudo da cinemática do punho continua em processo de crescimento.

As articulações metacarpofalângicas (MCF) possuem dois graus de movimento e flexão, extensão, abdução e adução, enquanto que as articulações interfalângicas (IF) possuem um grau de movimento de flexão e extensão. A flexão das articulações MCF possuem uma amplitude de movimento (ADM) média de 90 graus, podendo essa ADM variar de um caso a outro, de modo que o dedo indicador possui menor amplitude em relação aos dedos médio, anular e mínimo. Ao final do movimento de flexão a sensação pode ser dura, devido ao contato da falange com o metacarpo, ou firme, pela limitação da cápsula. A extensão da MCF varia de 30 a 45 graus, porém alguns indivíduos possuem frouxidão ligamentar promovendo uma hiperextensão de até 90 graus, de modo que esta pode variar de acordo com a estrutura ligamentar. No final da hiperextensão a sensação normal é firme em virtude da limitação da placa volar e da cápsula.

As articulações MCF, quando estendidas, promovem frouxidão dos ligamentos colaterais, o que permite uma ADM de abdução dos dedos (afastamentos dos dedos) de, em média, 20 graus e também de 20 graus de adução (aproximação dos dedos).

A articulação MCF do polegar se familiariza como uma articulação em dobradiça. Ela possui menos movimento que a articulação MCF dos dedos. O movimento de flexão vai de 45 a 60 graus e, no geral, a hiperextensão vai de 0 a 20 graus. No movimento de flexão e extensão total, os ligamentos se tencionam e há pouca abdução e adução. Na semiextensiva, podem ocorrer de 5 a 10 graus de movimento de um lado a outro, além de a rotação dinâmica da falange, gerada pela contração dos músculos em direção ao osso sesamoide medial ou lateral. A geração desses pequenos movimentos proporciona um ajuste preciso do polegar na preensão dos objetos.

As cabeças bicondilares das falanges e a maior tensão do ligamento colateral impedem a realização dos movimentos de abdução e adução dessas articulações. A flexão das articulações interfalângicas proximais (IFP) é de cerca de 120 graus. As interfalângicas distais (IFD) possuem pouco menos de 90 graus de flexão. O movimento de extensão das articulações IFP e IFD são de 0 grau, exceto em indivíduos com frouxidão ligamentar, nos quais se veem certo grau de hiperextensão. A hiperextensão da articulação IF do polegar pode ser de 5 a 10 graus, podendo ser de uma forma considerável maior quando realizada passivamente aplicando-se um peso à superfície palmar da articulação, conforme visto na Figura 3.13.

Figura 3.13 | Hiperextensão das articulações interfalângicas



Fonte: Houglum (2014, p. 290).

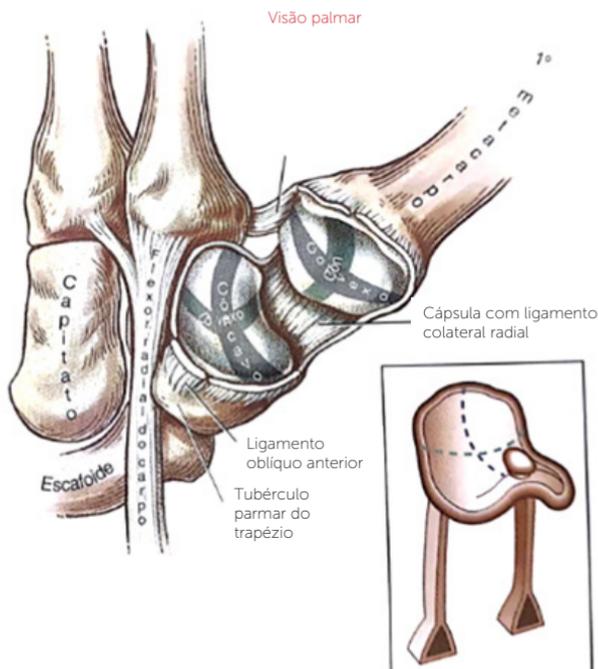
Nas articulações carpometacarpianas (CMC) os movimentos ocorrem em dois graus de liberdade. No plano sagital os movimentos são abdução e adução; já no plano frontal ocorrem os movimentos de flexão e extensão. O eixo de cada plano de movimento passa através do membro convexo da articulação. A reposição e a oposição do polegar são provenientes do mecanismo de dois principais planos de movimento na articulação CMC.

A articulação CMC na posição de adução, o polegar se encontra dentro do plano da mão, a abdução máxima, ao contrário, coloca o metacarpo do polegar cerca de 45 graus anterior ao plano da palma. No movimento de abdução completa ocorre a abertura

do espaço interdigital do polegar, criando uma larga curvatura côncava, adequada para prender grandes objetos.

Na Figura 3.14 pode-se ver que a articulação CMC do polegar direito está exposta e mostrando o seu aspecto na forma de sela. Os diâmetros longitudinais são vistos em roxo e os diâmetros transversos em verde.

Figura 3.14 | Superfície articular carpometacarpiana do polegar



Fonte: Neumann (2011, p. 252).

Anatomicamente a articulação CMC pode ser estendida de 10 a 15 graus adicionais. Com base na extensão completa, o metacarpo do polegar se flexiona, cruzando a palma perto de 45 a 50 graus. No movimento de abdução do polegar a superfície articular convexa do metacarpo rola palmarmente e desliza dorsalmente acima da superfície côncava do trapézio, promovendo alongamento do músculo adutor do polegar e da maioria dos ligamentos. Durante a artrocinemática da adução ocorre, na ordem inversa, a artrocinemática da abdução.



Exemplificando

Por exemplo durante o movimento de flexão e extensão a articulação CMC tem como base a superfície articular côncava do metacarpo realizando o seu movimento através do diâmetro articular côncavo no trapézio.

A mão possui grande importância no membro superior. A principal atividade do ombro e do cotovelo é posicioná-la para a função. A mão é usada tanto para transmitir forças quanto como um mecanismo de mobilidade. Na qualidade de transmissor de forças, a mão é usada como palma, punho ou gancho. Na mobilidade sua função mais comum, é utilizada para manipular objetos, sentir o ambiente ou expressar pensamentos e emoções individuais. A mão é utilizada em uma grande variedade de posturas e movimentos que, em muitos casos, envolvem todos os cinco dedos. Dentre todas as posições e funções citadas em que a mão é utilizada, a mais frequente é para pegar objetos.

A preensão de força envolve a mão inteira, sendo utilizada para atividades gerais com o objetivo de segurar objetos em vez de manipulá-los. A preensão de força engloba segurar um objeto entre os dedos parcialmente flexionados e a palma da mão, enquanto o polegar normalmente aplica uma contrapressão para manter e estabilizar os objetos na mão. Encontra-se apenas uma preensão de força e não requer a atuação do dedo polegar: a preensão em gancho, demonstrada na Figura 3.15.

Figura 3.15 | Preensão em gancho



Fonte: Hougnum (2014, p. 292).

Na preensão de precisão, o objeto é pinçado entre a superfície flexora de um ou mais dedos e do polegar em oposição. A preensão de precisão é usada quando são necessários precisão e refinamento para manipular ou usar um objeto (Figura 3.16 – B1 e B2).

Figura 3.16 | Preensão no movimento de pinça



Fonte: Houglum (2014, p. 293).

As posturas do polegar se diferenciam em dois tipos de preensão. Na preensão de força, o polegar está em adução ou oposição e estimula a pressão dos outros dedos com o objetivo de estabilizar o objeto na mão. Na preensão de precisão, o polegar está abduzido e, normalmente, posicionado de modo a se opor às polpas dos outros dedos.

Os nomes utilizados para mencionar os tipos de preensão implicam que a postura da mão é condicionada pela forma do objeto ser segurado. Esses termos costumam ser usados em reabilitação, embora os termos gerais, preensão de força e de precisão, sejam universalmente aceitos.

Pesquise mais

Para saber mais sobre a preensão da mão leia o artigo de Gonçalves et al. (2010), que fala sobre os movimentos que os pilotos da Academia de Força Aérea (AFA) brasileira realizam durante voos, principalmente o fato de que esses pilotos utilizam a musculatura da mão no momento que comandam o manche.

GONÇALVES, G. H. Força de preensão palmar e pinça digital em diferentes grupos de pilotos da Academia da Força Aérea brasileira. **Fisioterapia e Pesquisa**. São Paulo, v. 17, n. 2, p. 141-146, abr/jun. 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/fp/v17n2/09.pdf>>. Acesso em: 2 jun. 2018.

Na situação-problema dessa seção vimos a história de Amélia que é fisioterapeuta e trabalha em uma Unidade Básica de Saúde (UBS). Como ela acompanha os alunos que estão estagiando na UBS, resolve levá-los a uma visita domiciliar para avaliar o caso da dona Vilma, paciente que havia fraturado o punho. Para isso, Amélia decidiu apresentar alguns estudos de caso. No primeiro momento a discussão foi sobre ação muscular do punho e dedos, além dos planos e eixos relacionados aos movimentos desses segmentos corporais, pois é importante revisitar tais conteúdos a fim de traçar um plano de tratamento para a dona Vilma. No dia da discussão Amélia questionou: quais movimentos agem no punho e nos dedos? Os movimentos do punho e da mão ocorrem em quais planos e eixos?

Após os questionamentos de Amélia os alunos responderam que os movimentos do punho são definidos em dois graus de liberdade: flexão-extensão e desvio ulnar-radial. Quando ocorre o movimento do punho que o afasta do corpo, este é denominado de desvio ou abdução radial, ou ainda desvio lateral. Já o movimento do punho que o aproxima do corpo é definido como desvio ou abdução ulnar, ou ainda desvio medial. Quando há resistência externa acima da força de contração muscular de dois músculos que possuem ação antagônica (partindo da posição neutra), como na flexão e extensão de punho, ocorrerá desvio radial ou ulnar. Em relação aos planos e eixos do punho eles responderam que o eixo acompanha uma direção quase medial-lateral para os movimentos de flexão e extensão, e em sentido quase ântero- posterior para o desvio ulnar e radial. Apesar de os eixos serem descritos como estacionários, na prática, tais eixos movem-se um pouco quando ocorre a amplitude completa do movimento. A fixação da articulação entre o capitato e a base do terceiro osso metacárpico provoca o movimento de rotação do capitato com o intuito de direcionar a trajetória osteocinemática de toda a mão.

No plano sagital o punho se move cerca de 130 a 60 graus. A flexão do punho em média movimenta-se cerca de 70 a 85 graus e se estende de 0 a cerca de 60 a 75 graus. No plano frontal o punho se move aproximadamente de 50 a 60 graus no desvio radial e ulnar e é medido através do ângulo entre o rádio e a haste longa (diáfise)

do terceiro metacarpo. O desvio ulnar acontece a partir de 0 grau próximo a 33 a 40 graus, já o desvio radial decorre a partir de 0 grau até aproximadamente 15 a 20 graus. Em especial devido à inclinação ulnar do rádio distal em que o valor máximo da amplitude do desvio ulnar é geralmente o dobro do valor máximo do desvio radial.

Por fim, ainda complementaram afirmando sobre a função da mão, que é utilizada em uma grande variedade de posturas e movimentos que, em muitos casos, envolvem todos os cinco dedos. Entre todas as posições e funções citadas em que a mão é utilizada, a mais frequente é para pegar objetos.

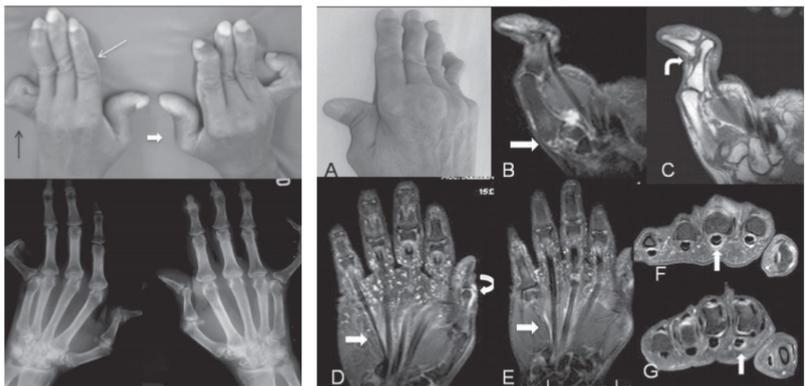
Avançando na prática

Articulações do punho

Descrição da situação-problema

Joana, uma senhora de 65 anos chega à clínica de Fisioterapia para uma avaliação, pois tem artrite reumatoide e foi diagnosticada com início de deformidade em pescoço de cisne. A fisioterapeuta Cláudia recebe Joana para uma entrevista, colhe toda a história e pega o exame de radiografia (raio-X) para analisar:

Figura 3.17 | Artropatia de Jaccoud nas mãos



Fonte: Ribeiro et al. (2011, p. 53).

Diante da imagem do raio-X, dona Joana pergunta para a fisioterapeuta Claudia: o que está acontecendo com os meus dedos? Quais possíveis movimentos poderão ser perdidos diante desse meu problema? Por quê? A fisioterapia pode ajudar?

Se você fosse a fisioterapeuta Claudia, o que você responderia?

Resolução da situação-problema

A fisioterapeuta responde que deformidade em pescoço de cisne é uma deformidade em que ocorre a hiperextensão da interfalângica proximal e a hiperflexão da interfalângica distal dos dedos da mão. Uma deformidade comum para quem tem artrite reumatóide, dificultando a função manual. Essa deformidade pode progredir com o aumento da instabilidade articular ao se realizar qualquer atividade de pinça e preensão. A fisioterapia pode ajudar na instabilidade e na progressão da doença com fortalecimento muscular, alongamento e uso de órtese, proporcionando, assim, melhora da função manual.

Faça valer a pena

1. A mão é usada tanto para transmitir forças quanto como um mecanismo de mobilidade. Na qualidade de transmissor de forças, a mão é usada como palma, punho ou gancho. Na mobilidade sua função mais comum é a de manipular objetos, sentir o ambiente ou expressar pensamentos e emoções individuais. A mão é utilizada em uma grande variedade de posturas e movimentos que, em muitos casos, envolvem todos os cinco dedos. Entre todas as posições e funções citadas em que a mão é utilizada, a mais frequente é para pegar objetos.

Analise as asserções abaixo:

I – A preensão de força envolve a mão inteira, sendo utilizada para atividades gerais com o objetivo de segurar objetos em vez de manipulá-los. A preensão de força engloba segurar um objeto entre os dedos parcialmente flexionados e a palma da mão, enquanto o polegar normalmente aplica uma contrapressão para manter e estabilizar os objetos na mão. Encontra-se apenas uma preensão de força, que não requer a atuação do dedo polegar: a preensão de precisão.

PORQUE

II – As posturas do polegar se diferenciam em dois tipos de preensão. Na preensão de força, o polegar está em adução ou oposição e estimula a pressão dos outros dedos com o objetivo de estabilizar o objeto na mão. Na preensão de precisão, o polegar está abduzido e, normalmente, posicionado de modo a se opor às polpas dos outros dedos.

A respeito dessas asserções, assinale a alternativa correta.

- a) As asserções I e II são proposições verdadeiras, e a II é uma justificativa da I.
- b) As asserções I e II são proposições verdadeiras, mas a II não é uma justificativa da I.
- c) A asserção I é uma proposição verdadeira, e a II é uma proposição falsa.
- d) A asserção I é uma proposição falsa, e a II é uma proposição verdadeira.
- e) As asserções I e II são proposições falsas.

2. Os movimentos do punho são definidos em dois graus de liberdade: flexão-extensão e desvio ulnar-radial. Quando ocorre o movimento do punho que o afasta do corpo, este é denominado de desvio ou abdução radial, ou ainda desvio lateral. No plano sagital o punho se move cerca de 130 a 60 graus. A _____ do punho, em média, movimentam-se cerca de 70 a 85 graus e a _____ de 0 a cerca de 60 a 75 graus.

Marque a alternativa que completa corretamente as sentenças:

- a) Flexão; extensão.
- b) Flexão; desvio radial.
- c) Extensão; flexão.
- d) Extensão; desvio radial.
- e) Flexão; desvio ulnar.

3. De acordo com Kapandji (2013) as articulações responsáveis para que os movimentos do punho ocorram são as articulações radiocarpal e mediocarpal, sendo esta última responsável pela metade do movimento de desvio radial e por um terço da amplitude de desvio ulnar, enquanto o restante ocorre na articulação radiocarpal. Esses movimentos se dão em torno de um eixo através da cabeça do capitato.

No movimento realizado no plano sagital (flexão-extensão) o punho se move cerca de quantos graus?

- a) Até 90 graus.
- b) De 30 a 45 graus.
- c) 0 grau.
- d) De 130 a 160 graus.
- e) De 45 a 50 graus.

Seção 3.3

Análise biomecânica do punho e da mão

Diálogo aberto

Caro aluno, esta seção tem como principal objetivo mostrar a você os fatores limitantes, estabilizadores passivos e ativos dos movimentos do punho e da mão, além do conhecimento sobre a relação das alterações biomecânicas diante de algumas disfunções do punho e da mão.

Para começar, vamos relembrar a história de Amélia, fisioterapeuta que trabalha em uma Unidade Básica de Saúde e que acompanha os alunos estagiários de Fisioterapia, os quais acompanharam com Amélia o caso da sra. Vilma, paciente que, após uma queda do ônibus, fraturou o punho, na região distal do rádio.

Após discussão de estudos de caso sobre as estruturas morfofuncionais do punho e da mão, foram mencionadas algumas alterações encontradas na avaliação de dona Vilma, com histórico, também, de hipertensão e osteoporose, pois apresentava dificuldades na movimentação do punho, limitação para flexão e extensão, além de um desvio ulnar e radial, este com maior limitação. Além disso foi apresentada uma limitação funcional para flexão das articulações metacarpofalângicas da mão, o que dificultava a preensão palmar. Amélia questionou os alunos sobre dois pontos importantes para entender as limitações de dona Vilma: quais são os estabilizadores ativos e passivos do punho? Quais os possíveis estabilizadores ativos e passivos responsáveis pela limitação de movimento de flexão da mão?

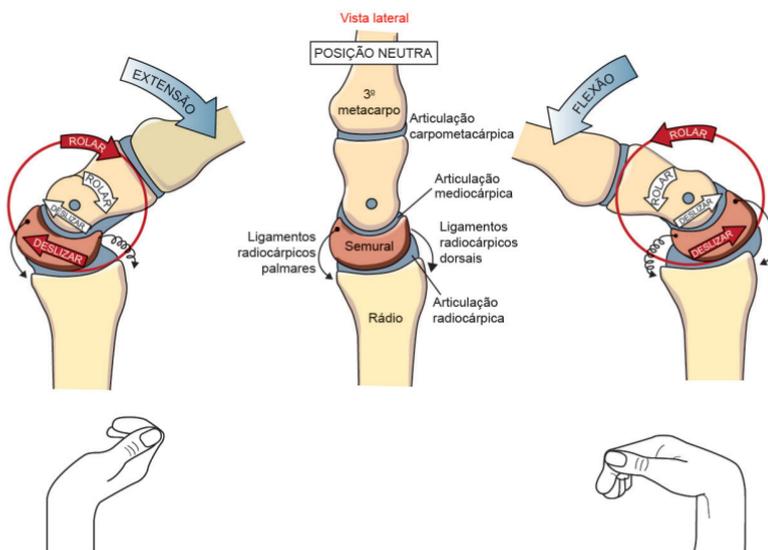
Não pode faltar

O movimento do punho no plano sagital pode ser visto como uma coluna central articulada, onde é formada pela ligação entre a extremidade distal do rádio, o semilunar, o capitato e o terceiro metacarpo. Inclusa nessa coluna encontra-se a articulação radiocárpica, que é representada pela articulação entre o rádio

e o semilunar. Já a parte medial da articulação mediocárpica é representada pela articulação entre o semilunar e o capitato, sendo a articulação carpometacarpiana (CMC) uma articulação semirrígida formada entre o capitato e a base do terceiro metacarpo.

A artrocinemática de extensão e flexão do punho se constitui em rotações sincronizadas convexo sobre o côncavo, tanto na articulação radiocárpica, quanto na articulação mediocárpica. O movimento de extensão na articulação radiocárpica ocorre quando a superfície convexa do semilunar rola dorsalmente sobre o rádio e ao mesmo tempo desliza na direção palmar. No movimento de rolamento, ela se desloca dorsalmente à superfície distal do semilunar na direção da extensão (Figura 3.18). Na articulação mediocárpica, a cabeça do capitato rola dorsalmente sobre o semilunar e deslizam juntamente na direção palmar. Ambos os movimentos combinados na artrocinemática das articulações pode gerar a extensão completa do punho e isso cria a vantagem de se produzir uma considerável amplitude do movimento total, exigindo apenas quantidades moderadas de rotação das articulações individuais. Cada articulação se move mecanicamente dentro de um arco de movimento relativamente limitado e, portanto, mais estável.

Figura 3.18 | Artrocinemática da extensão e flexão do punho



Fonte: Neumann (2011, p. 227).

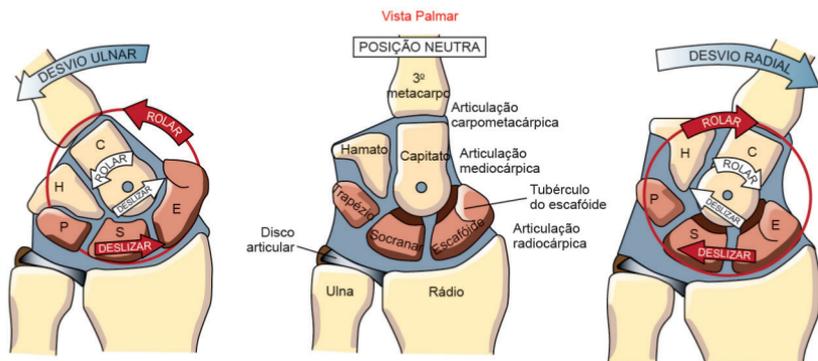
O movimento de extensão completa do punho alonga os ligamentos palmares radiocárpicos e todos os músculos que cruzam o lado palmar do punho. A tensão nessas estruturas alongadas auxilia na estabilização do punho na posição de maior área de contato entre as superfícies articulares assim que ocorre o movimento de extensão completa do punho. A estabilidade desse movimento é útil quando o peso é suportado pelos membros superiores enquanto se praticam algumas atividades como engatinhar sobre as mãos e joelhos e como transferir o peso do próprio corpo de uma cadeira de rodas para a cama. A artrocinemática da flexão do punho é semelhante àquela citada para o movimento de extensão, mas ocorre de forma inversa, conforme observado na Figura 3.18.

Da mesma maneira que na flexão e na extensão, os desvios ulnar e radial ocorrem por rotações sincronizadas do tipo convexo sobre côncavo, tanto na articulação radiocárpica quanto na articulação mediocárpica. No momento em que ocorre o desvio ulnar, a articulação mediocárpica, e em menor extensão a articulação radiocárpica, colabora para o movimento total do punho.

Na articulação radiocárpica, demonstrada na Figura 3.19, o escafoide, o semilunar e o piramidal rolam na direção ulnar e deslizam radialmente em uma distância considerável. A extensão desse deslizamento radial é reconhecida pela posição final do semilunar em relação ao rádio durante o desvio ulnar completo. Na articulação mediocárpica o desvio ulnar ocorre basicamente pelo rolamento do capitato e seu ligeiro deslizamento radialmente.

A amplitude completa de desvio ulnar provoca o contato do piramidal com o disco articular. A compressão do hamato contra o piramidal empurra a fileira proximal dos ossos do carpo contra o processo estilóide do rádio. Essa compressão auxilia na estabilização do punho para as atividades que necessitam de uma grande força de preensão. No punho o desvio radial ocorre por meio de uma artrocinemática semelhante à descrita para o desvio ulnar. Veja o rolamento e o deslizamento das articulações radiocárpica e mediocárpica na Figura 3.19.

Figura 3.19 | Rolamento e deslizamento das articulações radiocárpica e mediocárpica



Fonte: Neumann (2011, p. 228).

A quantidade de desvio radial no nível da articulação radiocárpica é limitada quando o lado radial do carpo colide contra o processo estiloide do rádio. Em consequência, uma maior quantidade de desvio radial ocorre na articulação mediocárpica.

Na artrocinemática adicional envolvendo a fileira proximal dos ossos do carpo, durante os movimentos no plano frontal, essa fileira "balança" vagamente em flexão e extensão e, "gira" em menor medida. O movimento de balanço é mais claro no escafoide e ocorre em menor medida no semilunar. Ao longo do desvio radial, a fileira proximal se flete ligeiramente e durante o desvio ulnar, a fileira proximal se estende ligeiramente.

Na avaliação biomecânica da ação muscular do punho e do potencial de torque, existem disponíveis dados sobre a posição relativa, sobre a área de secção transversa e sobre o comprimento do braço de momento interno da maioria dos músculos que cruzam o punho. Através do conhecimento adquirido da localização próxima ao eixo de rotação do punho, esses dados mostram um excelente método para se obter o potencial de ação e o torque relativo dos músculos do punho. Sobre isso, reveja a Figura 3.13 da Seção 3.2.

Com a estimativa de uma produção relativa de torque de dois músculos, a área de secção transversal de cada músculo deve ser multiplicada pelo comprimento do braço de momento específico de cada um deles. Sendo assim, o músculo extensor ulnar do carpo

é considerado um desviador ulnar mais forte do que um extensor ulnar, porque o flexor ulnar do carpo é visto tanto como um músculo flexor potente como um desviador ulnar igualmente potente.

Os extensores do punho têm como função posicionar e estabilizar o punho durante as atividades que circundam a flexão ativa dos dedos, cujos músculos extensores auxiliam na extensão do punho apenas quando os dedos são estendidos simultaneamente. De fato, os extensores dos dedos, surgem para atribuir, juntos, a tarefa de extensão do punho. O sistema de alavancas para o movimento de flexão do cotovelo não é tão bom como o dos extensores do cotovelo, mas seu movimento de alongar ao máximo ocorre quando o punho e o cotovelo são estendidos.

Quando o punho estiver na posição fechada e, ao mesmo tempo, se apresentar uma resistência à flexão do punho, um ou mais tendões do flexor superficial dos dedos vão se demonstrar proeminentes no espaço entre o palmar longo e o flexor ulnar do carpo, e o tendão do quarto dedo vai parecer subir à superfície. Em indivíduos sem o palmar longo, pode-se ter uma visão mais completa dos tendões do flexor longo dos dedos se a flexão do punho for resistida e o indivíduo flexionar um dedo após o outro ou todos simultaneamente. No momento em que o antebraço e a mão estão relaxados e com o punho em posição normal, este fica variável possibilitando uma amplitude de movimento passivo de jogo articular.

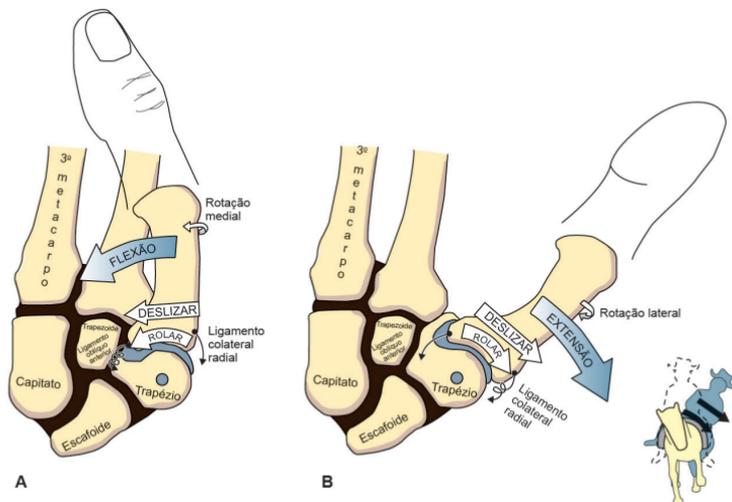
Na artrocinemática, as articulações radiocarpal e ulnocarpal constituem um rádio e uma ulna côncavos e uma fileira carpal convexa. Entretanto, mantendo a posição do segmento proximal, com o rolamento e o deslizamento do segmento distal acontecendo em oposição um ao outro e com o rolamento posterior ou dorsal, o deslizamento é anterior ou palmar e vice-versa. O mesmo processo é válido para a articulação mediocarpal.

Ao longo do movimento de flexão da articulação da CMC do polegar, a superfície côncava do metacarpo rola e desliza em uma direção medial conforme demonstrado na (Figura 3.20 A). O sulco raso no diâmetro transversal do trapézio serve como guia para movimento sutil de rotação medial do carpo.

O movimento de flexão completa promove o estiramento do ligamento colateral radial. E em relação ao movimento de extensão, o metacarpo côncavo rola e desliza em uma direção lateral (radial)

no decorrer do diâmetro transverso da articulação (veja na Figura 3.20 B). O sulco que se localiza na superfície articular do trapézio guia o metacarpo para uma ligeira rotação lateral. O movimento de extensão completa tensiona os ligamentos localizados no lado ulnar da articulação, tal como o ligamento oblíquo anterior.

Figura 3.20 | Flexão (A) e extensão (B) na articulação carpometacarpiana do polegar



Fonte: Neumann (2011, p. 254).

A completa extensão estira os ligamentos localizados no lado ulnar da articulação, como o ligamento oblíquo anterior. No Quadro 3.3 é demonstrado um resumo da cinemática dos movimentos de flexão-extensão e da abdução-adição da articulação CMC do polegar.

Quadro 3.3 | Fatores associados à cinemática da articulação carpometacarpiana do polegar

Movimento	Osteocinemática	Geometria da articulação	Artrocinemática
Abdução e adução	Movimento no plano sagital em torno de um eixo de rotação mediolateral através do metacarpo.	Diâmetro convexo (longitudinal) do metacarpo, movendo-se sobre a superfície côncava do trapézio.	Abdução: rolagem palmar e deslizamento dorsal.

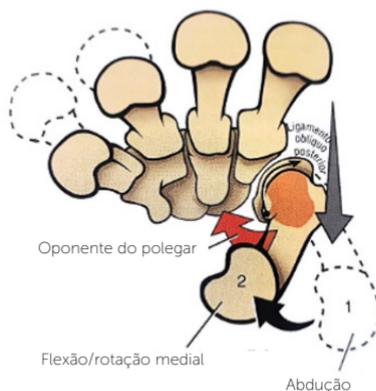
Flexão e extensão	Movimento no plano frontal em torno de um eixo de rotação ântero-posterior através do trapézio.	Diâmetro côncavo (transverso) do metacarpo, movendo-se sobre uma superfície do trapézio.	Flexão: rolagem e deslizamento mediais. Extensão: rolagem e deslizamento laterais.
--------------------------	---	--	---

Fonte: Neumann (2011, p. 254).

O ato de produzir ativamente a flexão e a extensão da articulação CMC do polegar está relacionado a várias quantidades de rotação axial do metacarpo. No decorrer do movimento de flexão, o metacarpo roda medialmente na direção do terceiro dedo, já na extensão, o metacarpo roda lateralmente, afastando-se do terceiro dedo. O movimento de rotação axial “automática” é mostrado pela mudança em orientação da unha do polegar entre a extensão e a flexão completa. Esse movimento de rotação não é considerado um terceiro grau de liberdade, isso porque a rotação não pode ser realizada livremente dos outros movimentos.

Na oposição do polegar o arco completo se divide em duas fases: na fase um, o metacarpo do polegar se abduz, e na fase dois o metacarpo abduzido se flexiona e roda medialmente, atravessando a palma na direção do dedo mínimo. A Figura 3.21 demonstra com detalhe a cinemática desse complexo movimento. Durante o movimento de abdução, a base do metacarpo do polegar leva a um caminho em direção palmar através da superfície do trapézio, e, no decorrer do movimento de flexão- rotação medial, a base do metacarpo realiza um giro leve medialmente, guiado pelo sulco na superfície do trapézio. A força gerada pelo músculo, em especial oponente do polegar, auxilia a guiar e rodar o metacarpo para o lado medial da superfície articular do trapézio. A articulação CMC abduzida parcialmente realiza um aumento na tensão passiva na maioria dos tecidos conjuntivos associados à articulação CMC.

Figura 3.21 | Fases da oposição



Fonte: Neumann (2011, p. 255).

A oposição completa, conforme Figura 3.21, evidenciada pela mudança na orientação da unha do polegar, incorpora de 25° a 60° de rotação medial do polegar. A articulação CMC tem como compromisso a maior parte, se não toda a movimentação dessa rotação, sendo a oposição completa considerada a posição de contato máximo da articulação CMC. Essa posição está estabilizada não somente por uma torção de vários ligamentos, mas pela ativação muscular. Ainda que a máxima esteja em oposição completa, só cerca da metade da área de superfície dentro da articulação faz contato articular. Levando em consideração as grandes e constantes forças que cruzam essa articulação, a área de contato parcialmente pequena pode, de uma forma natural, predispor a articulação a pressões de grandes potenciais lesivos.

O movimento de reposição da CMC do polegar se caracteriza pela situação inversa do movimento de oposição, o qual causa o retorno do metacarpo, de uma posição de oposição, para a posição inicial (anatômica).

A função dos músculos da eminência tenar é estabelecer o polegar em quantidades variadas de oposição com o objetivo de facilitar a preensão. Cada músculo que constitui a eminência tenar é o motor principal de pelo menos um componente da oposição e um assistente para outros vários. Nos músculos tenares a ação é através da articulação CMC que se torna aparente quando se examina a linha de força de cada músculo em relação a um eixo particular de rotação

A função dos músculos hipotenares é elevar e “fazer concha” com o bordo ulnar da mão. Essa atividade aprofunda o arco transversal distal, aumenta o contato digital com objetos apreendidos e, se necessário, o abductor do dedo mínimo pode estendê-lo para o maior controle da preensão. O músculo oponente do dedo mínimo gira em volta ou opõe o quinto metacarpo na direção do dedo médio. Quando ocorre a contração dos flexores longos do dedo mínimo, como os músculos do flexor profundo dos dedos, estes contribuem para levantar o bordo ulnar da mão.

Quando se cerra o punho, os dedos se dobram na palma da mão ou se fecham em torno de um objeto pela ação dos flexores longos do dedo (profundo e superficial), é bem possível que a ação desse tendão longo também seja realizada por alguns músculos intrínsecos da mão. Como esses flexores longos dos dedos possuem inserções proximais no antebraço e seus tendões passam pelo lado flexor do punho, se não houvesse resistência, esses músculos fariam o punho se flexionar durante a preensão. Esse movimento é evitado pela ação estabilizadora dos extensores do punho. A força de contração fornecida pelo extensor do punho é diretamente proporcional ao esforço da preensão: quanto mais firme for a preensão, mais forte será a contração dos extensores.



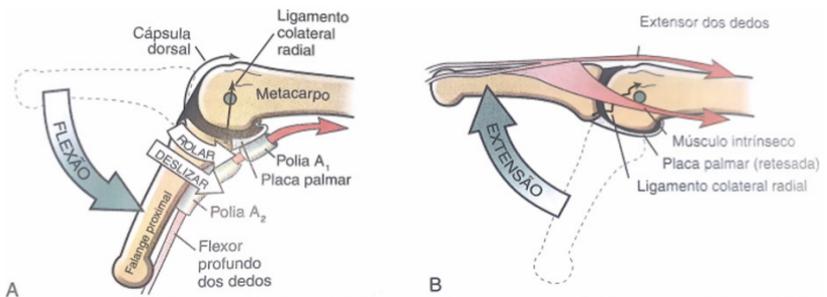
Exemplificando

As forças de compressão são fornecidas por um esforço máximo de preensão em três posições diferentes do punho: flexão, neutra e extensão, promovendo maior força aos 30° de extensão do punho e em redução significativa da força na posição de flexão.

A artrocinemática da articulação metacarpofalangeana (MCF) se constitui na superfície articular côncava da falange, movendo-se contra a cabeça metacárpica convexa. A Figura 3.22 A mostra a artrocinemática da flexão no momento da ativação do músculo flexor profundo dos dedos. A flexão estira a cápsula, aumentando a tensão passiva tanto na cápsula dorsal quanto nos ligamentos colaterais. Em um indivíduo saudável essa tensão passiva guia a artrocinemática natural da articulação.

Já a Figura 3.22 B demonstra o movimento de extensão ativa da articulação MCF, comandado pela coativação dos músculos extensores dos dedos e um dos músculos intrínsecos do dedo. A artrocinemática da extensão é igual à ilustrada para o movimento de flexão, a não ser que a rolagem e o deslizamento da falange proximal ocorram em uma direção dorsal; já a artrocinemática da abdução e da adução das articulações MCF são iguais às descritas para a flexão e extensão no momento em que ocorre o movimento de abdução da MCF do indicador. Por exemplo, a falange proximal rola e desliza em uma direção radial. O primeiro músculo interósseo dorsal, não somente direciona o movimento de abdução, mas estabiliza a articulação radialmente à medida que o ligamento colateral radial progressivamente fica frouxo.

Figura 3.22 | Flexão (A) e extensão (B) na articulação metacarpofalangeana



Fonte: Neumann (2011, p. 257).

A estrutura da articulação MCF do polegar é igual à dos outros dedos, porém na artrocinemática encontram-se algumas diferenças acentuadas. Na articulação MCF do polegar os movimentos ativos e passivos são menores do que nas articulações MCF dos dedos. Para as atividades práticas, a articulação MCF do polegar permite somente um grau de liberdade (flexão e extensão no plano frontal). Na extensão completa, a falange proximal do polegar pode flexionar ativamente algo próximo de 60°, cruzando a palma na direção do dedo médio. Os movimentos de abdução e adução das articulações MCF são limitados, de modo que se pode observar a tentativa de se abduzir ou aduzir ativamente a falange proximal enquanto o metacarpo do polegar é firmemente estabilizado .

As articulações interfalângicas proximais (IFP) flexionam cerca de 100° a 120° ; já as articulações interfalângicas distais (IFD) realizam menos flexão, cerca de 70° a 90° , no entanto, as articulações IFD permitem cerca de 30° de extensão além da posição neutra de 0° .

Devido às semelhanças nas estruturas articulares, uma artrocinemática similar é levada às articulações IFP e IFD. No momento de flexão ativa na IFP, por exemplo, a base côncava da falange média rola e desliza em uma direção palmar pela tração dos flexores extrínsecos dos dedos. No decorrer da flexão, a tensão passiva gerada na cápsula dorsal auxilia a guiar e estabilizar a cinemática de rolagem e deslizamento.

As disfunções do punho e da mão podem gerar alterações biomecânicas, disfunções essas que ocorrem comumente devido aos movimentos repetitivos, os quais geram processo inflamatório e lesão nervosa, que, por sua vez, leva à redução da sensibilidade, podendo acarretar, também, déficits motores. Outras causas de disfunções são traumas agudos ou doenças, como a artrite reumatoide. Disfunções na mão comumente podem levar a uma redução da força e precisão na função da mão.



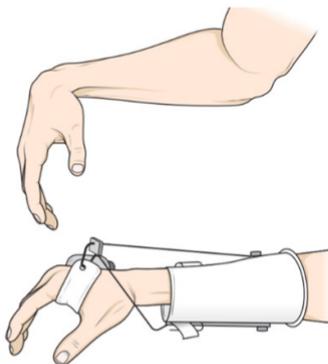
Assimile

As deficiências funcionais causadas na mão são principalmente influenciadas pela perda sensorial, que é acarretada pela lesão dos nervos periféricos. Os treinos de reabilitação da mão sempre inserem o retraining motor e sensorial, pois a perda sensorial reduz a força e a precisão na função da mão. Então, o fisioterapeuta, ao realizar avaliação funcional da mão, pode encontrar uma diminuição da força de precisão e, com isso, a conduta de reabilitação da mão deve englobar tanto o treinamento motor quanto sensorial.

Quando ocorre lesão, paralisia do nervo radial ou quando os extensores do punho e os extensores longos dos dedos ficam paralisados, há também um desenvolvimento do punho caído, levando a uma posição de mão em extensão como mostrada na Figura 3.23 (sem a órtese). Nesse caso, o punho não consegue se estender efetivamente e como a extensão do punho é necessária

para sua estabilidade na preensão, não é possível haver uma preensão eficaz. Na posição de punho caído, os dedos ficam estendidos de forma parcial, mas essa extensão se deve à tensão passiva do tendão, e não à contração ativa. Há um equívoco e um enfraquecimento da preensão, entretanto, se o punho for sustentado em extensão passiva (posição neutra) por meio de uma órtese dinâmica (Figura 3.23) a força de preensão é boa, devido aos músculos flexores estarem intactos.

Figura 3.23 | Paralisia do nervo radial



Fonte: Hougum (2014, p. 307).

Nos casos de paralisia do nervo ulnar (região distal), o posicionamento da mão fica conhecido como “mão em garra ou garra ulnar”, em virtude de seu aspecto e característica decorrente da paralisia dos músculos intrínsecos da mão. O quarto e o quinto dedos são os mais afetados, pois o flexor profundo dos dedos, os lumbricais e os interósseos pertencentes a esses dedos estão paralisados e o grupo hipotenar também não é capaz de atuar. O extensor dos dedos tende a manter as articulações MCF dos dedos 4 e 5 em hiperextensão, e as articulações IF em flexão parcial.



Refleta

Nas patologias causadas a partir da paralisia do nervo ulnar, se o fisioterapeuta conseguir estabilizar as articulações MCF em posição flexionada, o paciente

consegue estender as articulações IF com o extensor dos dedos e, assim, realizar atividades funcionais durante a reabilitação.

Ainda que o abductor do dedo mínimo esteja paralisado na lesão do nervo ulnar, esse dedo é conservado em abdução ativa pelo extensor próprio do dedo mínimo, porém ele não pode realizar o movimento de adução, pois a ação dos interósseos palmares não pode ser efetuada por outro músculo. A realização dos movimentos de abdução e adução de todos os dedos pelos músculos interósseos não são possíveis de ocorrer em caso de paralisia do nervo ulnar. Entretanto, em alguns casos, existe certa inervação do nervo mediano para os interósseos de localização mais radial, caso em que alguns movimentos podem ser preservados.

A lesão do nervo ulnar na região proximal do antebraço gera uma disfunção menor do que comparado à lesão do nervo ulnar na região distal. Nos casos de lesão proximal, o músculo flexor profundo dos dedos é afetado, de modo que não há força do flexor, sem resistência nas falanges distais, para gerar uma mão em garra. Essa condição é definida como "paradoxo ulnar" por causa da deformidade menor.

Nos casos de paralisia do nervo mediano, o efeito que ocorre na maioria dos flexores dos dedos é a perda da função, o que afeta seriamente a preensão. Os dedos no lado radial, que possuem uma inervação exclusiva do nervo mediano, são os mais afetados, quando comparado aos dedos do lado ulnar, pois são inervados pelo nervo ulnar. Além disso, há a perda da flexão e da oposição do polegar, levando a uma atrofia dos músculos tenares e à tração do polegar em direção dorsal pelos músculos extensores, de modo que o polegar ou se posiciona no plano da palma da mão ou é levado para mais longe, de volta para o dorso da mão. Essa patologia da mão é conhecida como a "mão de bênção", pois, devido à posição dos dedos indicador e médio, quando o paciente tenta cerrar o punho, a incapacidade de flexionar o segundo e o terceiro dedo faz com que eles fiquem estendidos, criando a impressão de que se está dando uma bênção.

Se uma lesão do nervo mediano ocorrer próxima ao punho, na região do túnel do carpo, manifesta-se aparentemente uma

“mão de macaco” ou mão simiesca. Nesses casos, como ocorre lesão nervosa mais proximal, apenas os músculos intrínsecos são afetados por ela e o polegar não consegue se opor aos outros dedos, mas os flexores superficial e profundo dos dedos continuam com função íntegra, de modo que ocorre flexão do segundo e do terceiro dedos quando o indivíduo fecha o punho.



Pesquise mais

Para saber mais sobre lesões por esforço repetitivo leia o artigo a seguir:

FERON, L. O. et al. Lesões por esforço repetitivo em cirurgiões-dentistas: uma revisão da literatura. **Rev. Ciênc. Saúde**, São Luís, v. 16, n. 2, p. 79-86, jul/dez. 2014. Disponível em: <<https://bit.ly/2w8fBUb>>. Acesso em: 16 jun. 2018.

Sem medo de errar

Vamos, então, lembrar a história de Amélia, que é fisioterapeuta em uma Unidade Básica de Saúde e que acompanha as atividades dos alunos estagiários do curso de Fisioterapia, os quais participaram do desenrolar do caso da sra. Vilma.

Dona Vilma é uma paciente que fraturou o punho, na região distal do rádio, após uma queda do ônibus. Após exames, foram encontradas algumas alterações na avaliação de dona Vilma, com histórico, também, de hipertensão e osteoporose, pois apresentava dificuldades na movimentação do punho, limitação para flexão e extensão, além de um desvio ulnar e radial, este com maior limitação. Além disso, foi apresentada uma limitação funcional para flexão das articulações metacarpofalângicas da mão, dificultando a preensão palmar. Amélia questionou os alunos sobre dois pontos importantes para entender as limitações da dona Vilma: quais são estabilizadores ativos e passivos do punho? Quais os possíveis estabilizadores, ativos e passivos responsáveis pela limitação de movimento de flexão da mão?

Após os questionamentos da professora Amélia, os alunos responderam que no punho a artrocinemática de extensão e flexão se constituem em rotações sincronizadas, convexo sobre o côncavo, tanto na articulação radiocárpica quanto na articulação mediocárpica.

O movimento de extensão na articulação radiocárpica ocorre quando a superfície convexa do semilunar rola dorsalmente sobre o rádio e ao mesmo tempo desliza na direção palmar. O movimento de rolamento desloca dorsalmente a superfície distal do semilunar, na direção da extensão. Na articulação mediocárpica a cabeça do capitato rola dorsalmente sobre o semilunar e deslizam juntamente na direção palmar. Quando combinados na artrocinemática das articulações, ambos os movimentos podem gerar a extensão completa do punho e isso dá a vantagem de se produzir uma considerável amplitude do movimento total, exigindo apenas quantidades moderadas de rotação das articulações individuais. Cada articulação se move mecanicamente dentro de um arco de movimento relativamente limitado e, portanto, fica mais estável. O movimento de extensão completa do punho alonga os ligamentos palmares radiocárpicos e todos os músculos que cruzam o lado palmar do punho. A tensão nessas estruturas alongadas auxilia na estabilização do punho na posição de maior área de contato entre as superfícies articulares assim que ocorre o movimento de extensão completa do punho.

Da mesma maneira que na flexão e na extensão, os desvios ulnar e radial do punho ocorrem por rotações sincronizadas do tipo convexo-sobre-côncavo, tanto na articulação radiocárpica quanto na articulação mediocárpica, no momento em que ocorre o desvio ulnar, a articulação mediocárpica, e em menor extensão, a articulação radiocárpica, colabora para o movimento total do punho. Na articulação radiocárpica, o escafoide, o semilunar e o piramidal rolam na direção ulnar e deslizam radialmente em uma distância considerável. A extensão desse deslizamento radial é reconhecida pela posição final do semilunar em relação ao rádio durante o desvio ulnar completo. Na articulação mediocárpica o desvio ulnar ocorre basicamente pelo rolamento do capitato e seu ligeiro deslizamento radialmente. A amplitude completa de desvio ulnar provoca o contato do piramidal com o disco articular. A compressão do hamato contra o piramidal empurra a fileira proximal dos ossos do carpo contra o processo estiloide do rádio. Essa compressão auxilia a estabilizar o punho para as atividades que necessitam de uma grande força de preensão. A quantidade de desvio radial no nível da articulação radiocárpica é

limitada quando o lado radial do carpo colide contra o processo estilóide do rádio, e em consequência uma maior quantidade de desvio radial ocorre na articulação mediocárpica.

Já na mão, a artrocinemática da articulação metacarpofalangeana (MCF) se constitui na superfície articular côncava da falange, movendo-se contra a cabeça metacárpica convexa. A flexão estira a cápsula, aumentando a tensão passiva tanto na cápsula dorsal quanto nos ligamentos colaterais. Em um indivíduo saudável essa tensão passiva guia a artrocinemática natural da articulação. As articulações interfalangeas proximais (IFP) flexionam cerca de 100° a 120°; já as articulações interfalangeas (IFD) realizam menos flexão, cerca de 70° a 90°. Devido às semelhanças nas estruturas articulares, uma artrocinemática similar é levada às articulações IFP e IFD. No momento de flexão ativa na IFP, por exemplo, a base côncava da falange média rola e desliza em uma direção palmar pela tração dos flexores extrínsecos dos dedos. No decorrer da flexão, a tensão passiva gerada na cápsula dorsal auxilia a guiar e estabilizar a cinemática de rolagem e deslizamento.

Avançando na prática

Síndrome do túnel do carpo

Descrição da situação-problema

Flávio trabalha há alguns anos em uma empresa de Tecnologia de Informação (TI), onde executa várias tarefas no computador, realizando movimentos repetitivos.

Já há alguns dias, queixou-se para um colega que vêm sentindo dor, queimação, formigamento e dormência na mão, principalmente, no período noturno. Flávio, então, decidiu procurar um médico que, após a realização de exames, constatou que ele estava com o diagnóstico de Síndrome do Túnel do Carpo (STC).

O médico solicitou que Flávio tivesse alguns cuidados, principalmente porque se ocorresse uma progressão da doença, esta poderia levar a uma redução da sensibilidade na distribuição do nervo mediano e uma diminuição de força.

Essa disfunção motora, em alguns casos, está relacionada aos músculos oponente e abductor curto do polegar. Quando a evolução é longa e associada à compressão severa do nervo, pode ocorrer atrofia da eminência tenar, geralmente relacionada à atrofia do músculo abductor curto do polegar.

Segundo recomendação médica, Flávio procurou uma clínica de fisioterapia e lá conheceu Ana, uma estagiária que acompanha o fisioterapeuta da clínica. Ao ouvir o diagnóstico e a explicação do fisioterapeuta sobre a patologia e como seria a reabilitação, ficou intrigada porque a STC é também conhecida como “mão de bênção”. Vamos responder essa dúvida da aluna?

Resolução da situação-problema

A patologia da mão é conhecida como a “mão de bênção”, devido à posição que ficam os dedos indicador e médio quando o paciente tenta cerrar o punho. A incapacidade de se flexionar o segundo e o terceiro dedo faz com que eles fiquem estendidos, criando a impressão de que se está dando uma bênção (isso nos casos de paralisia do nervo mediano).

A disfunção que surge na maioria dos flexores dos dedos é a perda da ação desses músculos, o que afeta seriamente a preensão. Os dedos no lado radial, que possuem uma inervação exclusiva do nervo mediano, são mais afetados quando comparados aos dedos do lado ulnar. Ocorre uma perda da flexão e da oposição do polegar, levando a uma atrofia dos músculos tenares e da tração do polegar em direção dorsal pelos músculos extensores, de modo que o polegar ou se posiciona no plano da palma da mão ou é levado para mais longe, de volta para o dorso da mão.

Faça valer a pena

1. Nos casos de paralisia do nervo ulnar, o posicionamento da mão fica conhecido como _____ ou _____, em virtude de seu aspecto e característica que ocorrem nos músculos intrínsecos que estão paralisados. O quarto e o quinto dedos são os mais afetados, porque o flexor profundo dos dedos, os lumbricais e os interósseos pertencentes a esses dedos estão paralisados e o grupo hipotenar também não é capaz de atuar. Marque a alternativa que completa corretamente as sentenças.

- a) "Mão em garra" ou "garra ulnar".
- b) "Mão em garra" ou "mão de macaco".
- c) "Garra ulnar" ou "mão de macaco".
- d) "Mão de bênção" ou "garra ulnar".
- e) "Mão de macaco" ou "mão de bênção".

2. A função dos músculos da eminência tenar é estabelecer o polegar em quantidades variadas de oposição com o objetivo de facilitar a preensão. Cada músculo que constitui a eminência tenar é o motor principal de pelo menos um componente da oposição e um assistente para outros vários. Nos músculos tenares a ação é através das articulações carpometacarpais (CMC) que se tornam aparentes quando se examina a linha de força de cada músculo em relação a um eixo particular de rotação.

Quais músculos compõem o grupo da eminência tenar?

- a) Músculos abductor curto do polegar, flexor curto do polegar e oponente do polegar.
- b) Músculos abductor curto do polegar, flexor curto do polegar e flexor radial do carpo.
- c) Músculos abductor curto do polegar, oponente do polegar e flexor radial do carpo.
- d) Flexor curto do polegar, flexor radial do carpo e oponente do polegar.
- e) Músculos abductor curto do polegar, oponente do polegar e flexor do dedo mínimo.

3. Da mesma maneira que nos movimentos de _____ e _____, os desvios ulnares e radial ocorrem por rotações sincronizadas do tipo convexo sobre côncavo, tanto na articulação radiocárpica, quando na articulação mediocárpica. No momento em que ocorre o desvio ulnar, a articulação mediocárpica e, em menor extensão, a articulação radiocárpica colabora para o movimento total do punho.

Marque a alternativa que completa corretamente as sentenças.

- a) Flexão e extensão.
- b) Abdução e extensão.
- c) Flexão e abdução.
- d) Adução e extensão.
- e) Flexão e adução.

Referências

- BELLOTTI, J. C. et al. Um novo método de classificação para as fraturas da extremidade distal do rádio – a classificação IDEAL. **Rev. Bras. Ortop.**, v. 48, n. 1, p. 36-40, 2013.
- FERON, L. O. et al. Lesões por esforço repetitivo em cirurgiões-dentistas: uma revisão da literatura. **Rev. Ciênc. Saúde**, São Luís, v. 16, n. 2, p. 79-86, jul/dez. 2014. Disponível em: <<https://bit.ly/2w8fBUb>>. Acesso em: 16 jun. 2018.
- FLOYD, R. T. **Manual de cinesiologia estrutural**. 16. ed. Barueri: Manole, 2011.
- GONÇALVES, G. H. Força de preensão palmar e pinça digital em diferentes grupos de pilotos da Academia da Força Aérea brasileira. **Fisioterapia e Pesquisa**, São Paulo, v. 17, n. 2, p. 141-146, abr/jun. 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/fp/v17n2/09.pdf>>. Acesso em: 2 jun. 2018.
- HOUGLUM, P. A.; BERTOTTI, D. B. **Cinesiologia clínica de Brunnstrom**. Barueri: Manole, 2014.
- KAPANDJI, A. I. **O que é biomecânica**. 6. ed. Barueri: Manole, 2013.
- LAROSA, P. R. R. **Anatomia humana: texto e atlas**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2017.
- LIPPERT, L. S. **Cinesiologia clínica e anatomia**. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2013.
- MOORE, K. L.; DALLEY, A. F.; AGUR, A. M. R. **Anatomia Orientada Para Clínica**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2017b.
- MOORE, L. K.; AGUR, A. M. R.; DALLEY, A. F. **Fundamentos de anatomia clínica**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2017a.
- NEUMANN, D. A. **Cinesiologia do aparelho musculoesquelético: Fundamentos para Reabilitação**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.
- OATIS, C. A. **Cinesiologia: a mecânica e a patomecânica do movimento humano**. 2. ed. Barueri: Manole, 2014.
- REGIS FILHO, G. I.; MICHELS, G.; SELL, I. Lesões por esforços repetitivos/distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho em cirurgiões-dentistas: aspectos biomecânicos. **Prod.**, v. 19, n. 3, p. 569-580, 2009.
- RIBEIRO D. S. et al. Achados de imagem das alterações musculoesqueléticas associadas ao lúpus eritematoso sistêmico. **Radiol. Bras.**, v. 44, n. 1, p. 52-58, jan/fev. 2011.
- YAMAGUCHI, C. K. et al. Estudo por Imagem da Articulação Carpometacarpal do Polegar. **Rev. Bras. Reumatol.**, v. 48, n. 5, p. 297-300, set./out. 2008.

Estudo morfofuncional da articulação temporomandibular e da caixa torácica

Convite ao estudo

Prezado aluno do curso de Fisioterapia, seja muito bem-vindo à quarta e última unidade da disciplina de Ciências Morfofuncionais do Aparelho Locomotor - Membros Superiores, Cabeça e Tronco.

Você já ouviu falar da articulação temporomandibular? Ela é muito conhecida pela sigla ATM. Você já se deparou com alguém dizendo que ao mastigar as vezes morde a língua? E que também sente dores de cabeça constantes e que nada faz com que melhore? Pois é, muitos não conhecem essa articulação e, assim, não a relacionam com essas situações, sendo que o problema pode estar, justamente, numa alteração biomecânica da ATM.

Além disso, você sabia que sua respiração envolve uma relação de estruturas em harmonia para que possa respirar normalmente, e que quando você precisa correr para pegar o ônibus, por exemplo, a biomecânica da sua respiração muda? Nesse caso teríamos, então, uma respiração forçada. Outra situação pode ocorrer quando você se deparar com um paciente que fumou por anos e que está com comprometimento pulmonar, como a Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC), uma vez que a biomecânica da respiração dele será diferente. Tendo isto em vista, é importante

abordar esses temas para que você compreenda a respiração normal e a alterada.

Nesta unidade vamos estudar sobre o processo de mastigação e ventilação, iniciando com a biomecânica da Mastigação, item no qual vamos ver as articulações temporomandibulares (ATM) sua denominação, localização e músculos, além da inervação e ação dos músculos da ATM, estabilizadores ativos e passivos, o controle de abrir e fechar a boca e as principais disfunções que acometem a ATM. Além dela, abordaremos nessa unidade a biomecânica da respiração, bem como tudo que a envolve: suas articulações, músculos e movimentos da caixa torácica.

Para iniciar vamos relembrar a história da Fabiana, que é professora do quinto ano do curso de Fisioterapia, e sempre leva seus alunos para acompanhar atendimentos dos pacientes em clínicas, UBS e hospitais conveniados à faculdade, para que os alunos compreendam o uso dos recursos fisioterapêuticos, o papel da Fisioterapia nas redes de atenção primária, secundária e terciária e também que possam verificar a importância da biomecânica no tratamento fisioterapêutico. Fabiana levou os seus alunos para a clínica Escola de Fisioterapia.

Seção 4.1

Biomecânica da mastigação: articulações temporomandibulares

Diálogo aberto

Caro aluno, nessa nova seção você vai estudar sobre a biomecânica da mastigação, item no qual vamos ver as articulações temporomandibulares (ATM) sua denominação, localização e músculos, além da inervação e da ação muscular. Abordaremos também os estabilizadores ativos e passivos da ATM, o controle de abrir e fechar a boca e as principais disfunções que acometem essa articulação.

A fim de compreendermos melhor esses assuntos, vamos ver a história da professora Fabiana, que levou seus alunos para observarem alguns atendimentos fisioterápicos em uma clínica. Em um desses atendimentos ela foi recebida pelo supervisor de estágio, Vitor, que lhe apresentou o caso de Guilherme, um jovem de 18 anos, que relatou estar indo para o trabalho em seu carro, quando, para evitar um acidente, freou bruscamente seu automóvel, em decorrência da parada abrupta do carro em sua frente. Devido a sua velocidade e o impacto ao frear o veículo, seu corpo foi impulsionado com força para frente e acabou batendo seu rosto no para-brisa. Foi levado ao hospital, onde necessitou realizar cirurgia facial. Como seqüela, Guilherme ficou com dificuldade para abrir e fechar a boca, e, por isso, estava na clínica realizando fisioterapia para a melhora da biomecânica da ATM. Na clínica, Fabiana solicitou aos seus alunos que acompanhassem o tratamento do Guilherme e depois pediu que eles revessem todo o processo de mastigação, para que dessa forma pudessem responder as seguintes perguntas: Como funciona o processo de abertura e fechamento da boca? Quais são os principais fatores causadores das disfunções da ATM?

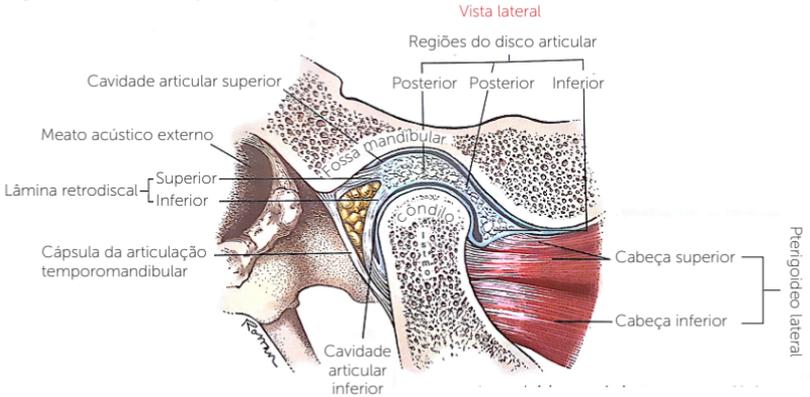
O processo de mastigação se define em morder, despedaçar e triturar o alimento com o auxílio dos dentes. Para que ocorra todo esse processo, é necessário um envolvimento entre o sistema nervoso central (SNC) e os músculos da mastigação, além dos dentes, da língua e de um par de articulações temporomandibulares (ATM).

As ATMs ou craniomandibulares, estão entre as articulações do corpo utilizadas com mais frequência. Entre as funções mais utilizadas se destacam a mastigação, a fala, o bocejo, a deglutição e o espirro. Uma estimativa é que as ATMs se movam de 1.500 a 2.000 vezes ao dia. As ATMs proporcionam movimentos de abertura, fechamento, protrusão, retrusão e desvio lateral, além dos movimentos de depressão e elevação da mandíbula no osso temporal.

As ATMs são articulações sinoviais que permitem um largo arco de rotação, assim como de translação. As ATMs são formadas pelos côndilos convexos da mandíbula, pela cavidade glenoidal côncava (fossa mandibular) e pela eminência articular convexa do osso temporal. Ainda que a ATM direita e a esquerda trabalhem juntas, cada uma delas possuem habilidades para funcionar de forma independente. O processo de mastigação é realizado metricamente em um lado da mandíbula que desempenha uma força cortante maior que o outro. O lado dominante é mencionado como o lado “trabalhador”, e o não dominante “balanceador”.

As superfícies articulares ósseas são cobertas com uma cartilagem fibrosa e separadas por um disco articular móvel, que forma um espaço articular superior e um inferior, como demonstrado na Figura 4.1. Posteriormente, o disco se introduz em um tecido conjuntivo grosso denominado de zonas bilaminares, que são separadas por um tecido esponjoso com extenso suprimento neural e vascular que não costuma sofrer grandes forças articulares. O disco se introduz medial e lateralmente aos côndilos, e anteriormente à cápsula articular e ao músculo pterigóideo. Este pode ser visto na Figura 4.2 (A). Essas introduções fazem com que o disco se mova para frente com o côndilo, quando a boca se abre.

Figura 4.1 | Articulação temporomandibular

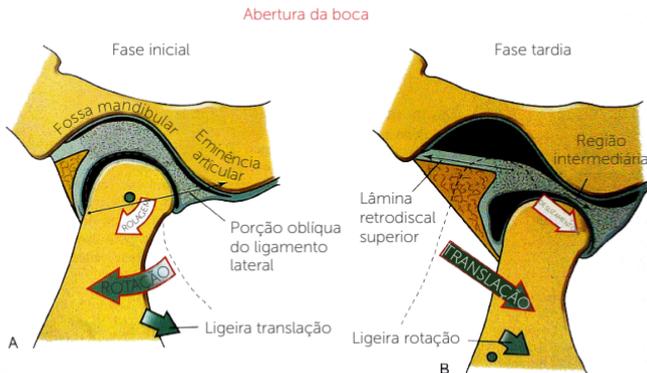


Fonte: Neumann (2011, p. 428).

A articulação é composta por uma cápsula reforçada lateralmente pelo ligamento temporomandibular, que vai desde a eminência articular e o arco zigomático posteriormente até o colo da mandíbula. A cápsula e seus ligamentos limitam os movimentos da mandíbula, sobretudo os movimentos de depressão e retrusão. A protrusão da mandíbula é limitada pelo ligamento estilomandibular.

No momento em que a boca se abre, ocorre rotação dos côndilos da mandíbula ao redor do espaço articular inferior, seguida pela translação do disco articular no espaço articular superior até a eminência articular. Desta forma, a ATM atua como um gínglimo em uma base móvel. O fechamento da boca exige a retorno dos movimentos translatórios e rotacionais (Figura 4.2).

Figura 4.2 | Artrocinemática da abertura da boca



Fonte: Neumann (2011, p. 432).



Exemplificando

Os movimentos dos côndilos podem ser sentidos colocando-se os dedos indicadores rentes às laterais da mandíbula, com as pontas dos dedos tocando o trago da orelha e solicitando que o paciente abra a boca lentamente. A região posterior dos côndilos pode ser sentida utilizando-se luvas cirúrgicas e colocando-se a ponta dos dedos dentro das orelhas, onde se deve pressionar para frente. Quando a boca é aberta, os côndilos se afastam dos dedos e, quando a mandíbula se fecha, eles retornam.

A mandíbula pode realizar outros movimentos como protrusão (movimento da mandíbula para a frente), retrusão (movimento posterior da mandíbula) e translatório mediolateral (movimento lateral para a esquerda ou para a direita).

No fim da abertura, o eixo de rotação desloca-se inferiormente, sendo difícil definir o ponto exato do seu eixo, pois isso depende da razão rotação-translação do indivíduo. Na fase tardia o eixo está abaixo do istmo da mandíbula. A combinação desses movimentos, geram os movimentos funcionais da mandíbula, assim os movimentos de mastigação são denominados de incisão, para cortar o alimento, e mastigação propriamente dita, para triturar e moer o alimento.

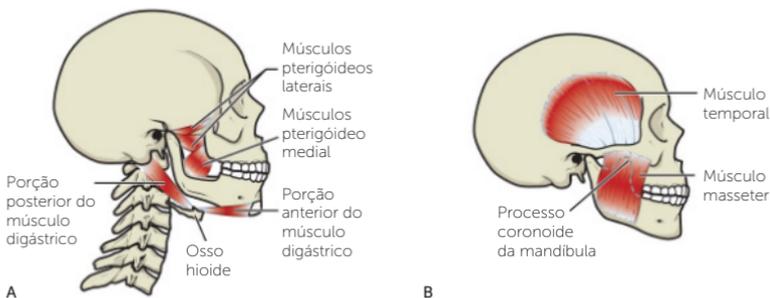
O fechamento da mandíbula é realizado por três músculos: temporal, masseter e pterigóideo medial, inervados pelo nervo trigêmeo (V nervo craniano) que fecham a mandíbula. O músculo temporal se introduz na fossa temporal e suas fibras convergem em um tendão que corre sob o arco zigomático para se inserir no processo coronoide da mandíbula, visto na Figura 4.3 (B).

O músculo temporal pode ser palpado pondo-se os dedos sobre a fossa temporal no momento em que o paciente morde. O músculo também pode ser palpado na retrusão e no desvio lateral da mandíbula.

O músculo masseter se liga ao arco zigomático e se divide em duas partes, superficial e profunda, que se introduzem no ângulo e no ramo da mandíbula (Figura 4.3 B). Para conseguir palpar a parte

superficial do músculo masseter, coloque o dedo indicador logo abaixo do arco zigomático e solicite ao paciente que morda. Já a parte profunda do músculo masseter pode ser palpada quando se coloca o dedo com uma luva dentro da boca do paciente, entre os dentes e o queixo, indo o máximo possível na direção da orelha, e solicita-se ao paciente que morda suavemente. A forte contração do masseter poderá ser palpada com facilidade. O músculo masseter também gera um pequeno componente de força lateral.

Figura 4.3 | Músculos da articulação temporomandibular I



Fonte: Houglum (2014, p. 360).

O músculo pterigóideo medial (Figura 4.3 A), localizado dentro da mandíbula, insere-se na fossa pterigóidea do osso esfenóide e no lado medial do ramo e do ângulo da mandíbula, muitas vezes interdigitando com fibras do masseter. A união desses dois músculos pterigóideo e masseter formam uma “tipoia” ao redor do ramo da mandíbula. Além do grande componente de força vertical, o pterigóideo medial tem um componente de força medial que se assemelha ao componente lateral do masseter. O pterigóideo medial pode ser palpado extraoralmente, colocando-se o dedo indicador logo acima do ramo, no nível do ângulo da mandíbula, e pedindo ao indivíduo que a feche suavemente.

Normalmente o posicionamento de repouso da mandíbula na posição ereta, sentada ou em pé, é com os lábios fechados e os dentes alguns milímetros afastados. Isso é preservado devido aos baixos níveis de atividade dos músculos temporais. A redução da atividade desses músculos e a força da gravidade são suficientes para deixar a boca aberta. A abertura rápida ou resistida da mandíbula

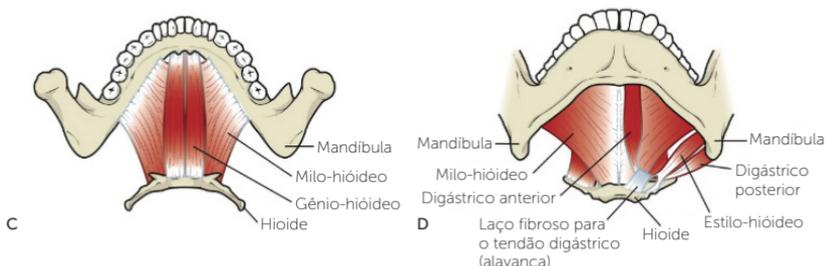
é feita pelos músculos pterigóideo lateral (Figura 4.3 A), digástrico, supra-hioideo e infra-hioideo.



Refleta

Durante o abaixamento da mandíbula ocorrem dois movimentos: disco articular e a cabeça da mandíbula deslizam em sentido anterior e inferior, e a cabeça da mandíbula roda anteriormente sob o disco articular. Qual desses dois movimentos ocorre primeiro?

Figura 4.4 | Visão inferior dos músculos da articulação temporomandibular II



Fonte: Houg lum (2014, p. 360).

A abertura normal da boca é controlada pela ação muscular do pterigóideo lateral e do grupo de supra-hioides (digástrico, milo-hioideo, gênio-hioideo e estilo-hioideo). O músculo pterigóideo lateral tem uma direção de tração horizontal em relação à direção vertical do masseter e do pterigóideo medial. O músculo se introduz no colo do côndilo da mandíbula e muitas vezes se insere também no disco articular. As duas cabeças são compostas pela cabeça superior localizada medial e superiormente em um ângulo em torno de 45°, de modo a se inserir na asa maior do osso esfenóide. Já a cabeça inferior se espalha em uma direção mais horizontal de modo a se introduzir na lâmina do pterigóideo lateral distal do osso esfenóide. O músculo pterigóideo lateral é inervado pelo nervo trigêmeo.

O músculo digástrico é constituído por dois ventres musculares no lado interno do queixo. O ventre anterior se introduz na borda interna da mandíbula, próximo à linha média, enquanto o ventre posterior se introduz no processo mastóideo do osso temporal. Os dois ventres se unem em um laço tendíneo que se insere no osso

hioide. É identificada uma atividade eletromiográfica significativa durante a abertura da mandíbula em ambos os ventres musculares, além de atividade moderada durante a protusão, a retrusão e o deslocamento lateral. Outros músculos da mandíbula são o milo-hióideo e o gênio-hióideo, (ver Figura 4.4) músculos que participam no movimento de depressão da mandíbula quando o osso hioide está estabilizado, e eleva o hioide quando a mandíbula está estabilizada.

Os músculos que compõem a mastigação e suas inervações estão citados no Quadro 4.1 e estão divididos em primários e secundários. Os músculos primários são inervados pelo ramo do nervo mandibular, divisão do nervo trigêmeo, o qual sai do crânio pelo forame oval, que é exatamente medial e anterior à fossa mandibular. Já as inervações dos músculos secundários são inervadas por diferentes nervos (Quadro 4.1).

A parte central do disco dentro da ATM precisa de inervação sensorial; já o perímetro do disco, a cápsula, o ligamento lateral e os tecidos retrodiscais possuem fibras de dor e mecanorreceptores. O ligamento lateral é descrito como uma combinação de fibras horizontais e oblíquas, sendo as mais superficiais um seguimento na direção anterossuperior do istmo posterior da mandíbula para as margens laterais da eminência articular e do arco zigomático. Já as fibras horizontais compartilham inserções temporais similares, fibras essas que seguem horizontalmente e posteriormente para se inserirem dentro do mastro lateral do côndilo mandibular. A função primária desse ligamento é estabilizar o lado lateral da cápsula.

Os ligamentos estilomandibulares e esfenomandibulares consistem em ligamentos acessórios da ATM, sendo ambos localizados medialmente à cápsula articular. Esses ligamentos auxiliam na suspensão da mandíbula pelo crânio e têm apenas uma função dinâmica na mastigação.

Além disso, os mecanorreceptores e os nervos sensoriais da mucosa oral, os ligamentos periodontais e os músculos suprem o sistema nervoso com um grande meio de propriocepção. A informação sensorial emitida pelos mecanorreceptores e nervos sensoriais auxilia na proteção de tecidos macios, tais como a língua e as bochechas, de traumas causados pelos dentes durante a mastigação ou

a fala; além disso, a sensação ajuda a coordenar os reflexos neuromusculares e a sincronizar a interação funcional entre os músculos da ATM e a regulação craniocervical. A inervação sensorial da ATM é conduzida por dois ramos dos nervos mandibulares sendo eles o auriculotemporal e o massetérico.

Quadro 4.1 | Músculos e inervações da mastigação

Músculos	Origem	Inervação	Ação do músculo
<u>Músculos primários</u>			
Masseter	Arco zigomático, osso zigomático e processo zigomático da maxila.	Ramo de nervo mandibular, uma divisão do V nervo craniano.	Bilateral: elevação. Unilateral: desvio lateral ipsilateral.
Temporal	Fossa temporal.	Ramo de nervo mandibular, uma divisão do V nervo craniano.	Bilateral: elevação, retração (fibras posteriores). Unilateral: desvio lateral ipsilateral.
Pterigoide Medial	Lâmina lateral do processo pterigoide do osso esfenóide e túber da maxila.	Ramo de nervo mandibular, uma divisão do V nervo craniano.	Bilateral: elevação, protrusão. Unilateral: desvio lateral contralateral (lado oposto).
Pterigoide Lateral	Lâmina lateral do processo pterigoide e asa maior do osso esfenóide.	Ramo de nervo mandibular, uma divisão do V nervo craniano.	Bilateral: abaixamento, protrusão. Unilateral: desvio lateral contralateral.
<u>Músculos secundários</u>			
<i>Grupo Supra-hióideos</i>			
Digástrico (ventre posterior).	Incisura mastóidea.	Ramo do nervo facial (VII nervo craniano).	Auxiliar no abaixamento da mandíbula.

Digástrico (ventre anterior).	Superfície inferior interna da mandíbula.	Nervo inferior alveolar (ramos do nervo mandibular, uma divisão do V nervo craniano).	Auxiliar no abaixamento da mandíbula.
Gênio-hióideo	Espinha geniana da mandíbula.	C ¹ por meio do nervo hipoglosso (XII nervo craniano).	Auxiliar no abaixamento da mandíbula.
Milo-hióideo	Superfície interna da mandíbula.	Nervo inferior alveolar (ramo do nervo mandibular, uma divisão do V nervo craniano).	Auxiliar no abaixamento da mandíbula.
Estilo-hióideo	Processo estiloide do osso temporal.	Ramos do nervo facial (VII nervo craniano).	Auxiliar no abaixamento da mandíbula.
<i>Grupo infra – hioideo</i>			
Omo- hióideo	Margem superior da escápula.	Ramo ventral de C ¹ -C ³ .	Margem inferior do hioide.
Esterno-hióideo	Extremidade esternal da clavícula, ligamento esterno-clavicular e manúbrio do esterno.	Ramo ventral de C ¹ -C ³ .	Estabilização do hioide.
Esternotireóideo	Manúbrio do esterno e primeira cartilagem costal.	Ramo ventral de C ¹ -C ³ .	Estabilização do hioide.
Tíreo-hióideo.	Cartilagem tireóide.	Ramo ventral de C ¹ (por meio do XII nervo craniano).	Estabilização do hioide.

Fonte: adaptado de Neumann (2011, p. 433) e Lippert (2013, p. 179-182).

Atualmente as alterações na ATM são conhecidas pelo termo disfunções temporomandibulares (DTM), as quais se relacionam com um número de problemas clínicos que cercam o sistema mastigatório. Essas patologias são associadas a lesões que envolvem os músculos, articulações ou ambos. A DTM atinge na sua grande maioria o sexo feminino, cerca de 1:4, e os jovens de 20 a 40 anos de idade.



Assimile

As alterações na ATM são reconhecidas como distúrbios craniomandibulares, disfunção temporomandibular, disfunção miofascial e disfunção crânio-cérvico-mandibular. Tais alterações são atualmente definidas somente por disfunção temporomandibular (DTM) e atingem cerca de 70% da população, sendo que pelo menos uma entre quatro pessoas com sinal de DTM apresenta sintomas como dor, mordida reduzida, dores de cabeça, entre outros. Pesquisas apontam uma maior prevalência entre o sexo feminino, numa proporção de 1:4, comprometendo uma faixa etária compreendida entre 20-40 anos de idade (FIGUEREDO et al., 2009).

A dor durante o movimento, os sinais e sintomas das DTM constituem sons articulares ("estalos"), força de mordida, molar reduzida, arco de abertura da boca limitada, dores de cabeça, trancamento articular e dor referida na face e no escalpo. A maioria dos fatores que causam a DTM são o estresse ou outras perturbações emocionais, hábitos orais parafuncionais diários como: ranger os dentes, mordidas repetitivas dos lábios ou da língua, atividade muscular assimétrica, bruxismo do sono, postura crônica da cabeça anteriorizada ou sensibilização do SNC.



Pesquise mais

Caro aluno, para você saber mais sobre as disfunções temporomandibulares, leia o artigo:

LOPES, P. R. R.; CAMPOS, P. S. F.; NASCIMENTO, R. J. M. Dor e inflamação nas disfunções temporomandibulares: revisão de literatura

dos últimos quatro anos. **Revista Ciências Médicas e Biológicas**, Salvador, v. 10, n. 3, p. 317-325, set./dez. 2011. Disponível em: <<https://bit.ly/2wL9W7S>>. Acesso em: 23 jun. 2018.

Na maior parte dos casos o fator de ocorrência das DTM é autolimitante ou uma pequena porcentagem pode avançar para uma osteoartrite, a qual pode levar a mudanças degenerativas significativas dentro da articulação, modificação do osso e uma perda acentuada de função.

A patomecânica que envolve uma desordem particular pode decorrer de estresse articular da anatomia anormal ou dentição, desarranjo interno do disco ou trauma proveniente de queda, pancada na face ou lesão cervical (efeito chicote). Outros fatores que incluem as DTM são sobrecarga crônica da articulação e doença reumática, porém a causa exata da ocorrência da DTM ainda é desconhecida.

O tratamento para a DTM vai depender da natureza do problema e dos os múltiplos sintomas associados, pois alguns casos de DTM necessitam de tratamentos colaborativos de uma equipe clínica (médico, dentista, fisioterapeuta e fisiologista). No Quadro 4.2 são demonstrados os recursos e os métodos mais comuns e conservadores para a DTM.

Quadro 4.2 | Disfunções temporomandibulares: tratamentos conservadores

- Exercício terapêutico.
- *Biofeedback*, técnicas de relaxamento, administração do estresse.
- Frio ou calor.
- Educação do paciente (correção postural).
- Terapia manual
- Ultrassom, iontoforese, fonoforese.
- Neuroestimulação comportamental.
- Farmacoterapia.
- Injeções intra-articulares (anestésico local ou corticosteroides).
- Terapia oclusal (alteração da estrutura dos dentes e posição da mandíbula).
- Aparelhos intraorais (órteses).

Fonte: Neumann (2011, p. 438).

Após terem acompanhado o atendimento fisioterapêutico de Guilherme, um jovem que após acidente de carro teve como seqüela uma dificuldade para abrir e fechar a boca, uma desordem da ATM, os alunos reviram todo o processo da mastigação, como solicitado pela professora Fabiana. E, assim, responderam as seguintes perguntas: como funciona o processo de abertura e fechamento da boca? Quais são os principais fatores causadores das disfunções da ATM?

Os alunos, após estudos, responderam a Fabiana que no momento em que a boca se abre, ocorre rotação dos côndilos da mandíbula ao redor do espaço articular inferior, seguida pela translação do disco articular no espaço articular superior até a eminência articular. Desta forma, a ATM atua como um gínglimo em uma base móvel.

O fechamento da boca exige o retorno dos movimentos translatórios e rotacionais. O fechamento da mandíbula é realizado por três músculos muito fortes inervados pelo nervo trigêmeo (nervo craniano V), sendo esses músculos: temporal, masseter e o pterigoide medial. A abertura normal da boca é controlada pela ação muscular do pterigoide lateral e pelo grupo de supra-hióides (digástrico, milo-hióideo, gênio-hióideo e estilo-hióideo).

Os alunos, após estudos, responderam que a maioria dos fatores que incluem as DTMs são estresse ou outras perturbações emocionais, hábitos orais parafuncionais diários como: ranger os dentes, mordidas repetitivas dos lábios ou da língua, atividade muscular assimétrica, bruxismo do sono, postura crônica da cabeça anteriorizada ou sensibilização do SNC. E também que na maior parte dos casos o fator de ocorrência das DTMs são autolimitantes, com uma pequena porcentagem que pode avançar para uma osteoartrite, a qual pode levar para mudanças degenerativas significativas dentro da articulação, modificação do osso e uma perda acentuada de função.

Disfunções temporomandibulares (DTM)

Descrição da situação-problema

Alan é estudante do último ano do curso de Fisioterapia e faz estágio no ambulatório do hospital escola da região. Seu supervisor de estágio pediu que avaliasse Rodrigo, 30 anos, um caso interessante, pois vem apresentando fortes dores de cabeça e “estalos” ao abrir e fechar a boca. Quando avaliou Rodrigo, Alan percebeu fraqueza muscular para abrir a boca e um leve desvio da mandíbula para o lado direito.

Após a avaliação, o estagiário conversou com seu supervisor sobre o achado, e discutiram sobre tratamento. Então após escutar todo o histórico e ter o exame físico realizado, ele perguntou para Alan: quais possíveis músculos estão fracos e quais as possibilidades de tratamento para este caso?

Resolução da situação-problema

Alan respondeu a seu professor que possivelmente Rodrigo está com mau alinhamento, fator que promove fraqueza muscular, músculos supra-hióideos e pterigoide lateral. Para tratamento indicou a terapia manual, alongamento, exercícios terapêuticos, ativos e resistidos, além do uso da termoterapia. E ainda completou dizendo que o tratamento deve respeitar a dor do paciente.

Faça valer a pena

1. A articulação temporomandibular (ATM) é composta por uma cápsula reforçada lateralmente pelo ligamento temporomandibular, que vai desde a eminência articular e o arco zigomático posteriormente até o colo da mandíbula. A cápsula e seus ligamentos limitam os movimentos da mandíbula, sobretudo os movimentos de _____ e _____.

Marque a alternativa que completa corretamente as sentenças:

- a) Flexão e extensão.
- b) Flexão e retrusão.
- c) Depressão e retrusão.
- d) Depressão e extensão.
- e) Depressão e flexão.

2. O termo disfunções temporomandibulares (DTM) se relaciona com um número de problemas clínicos que cercam o sistema mastigatório. Essas patologias são associadas a lesões que envolvem os músculos, articulações ou ambos. A dor durante o movimento, os sinais e sintomas das DTMs constituem sons articulares (“estalos”), força de mordida molar reduzida, arco de abertura da boca limitada, dores de cabeça, trancamento articular e dor referida na face e no escalpo.

Marque a alternativa correta que corresponde a um fator causador das disfunções temporomandibulares.

- a) Estruturas ligamentares íntegras.
- b) Atividade muscular simétrica.
- c) Estabilidade emocional.
- d) Bruxismo do sono.
- e) Sono tranquilo.

3. Vários músculos participam da depressão da mandíbula. Os músculos _____ e o _____ participam no movimento de depressão da mandíbula quando o osso hioide está estabilizado e eleva o hioide quando a mandíbula está estabilizada.

Marque a alternativa que completa corretamente as sentenças:

- a) Temporal e gênio-hióideo.
- b) Milo-hióideo e gênio-hióideo.
- c) Milo-hióideo e temporal.
- d) Masseter e gênio-hióideo.
- e) Milo-hióideo e masseter.

Seção 4.2

Componentes da biomecânica da respiração

Diálogo aberto

Prezado aluno, na seção anterior estudamos sobre a articulação temporomandibular, suas estruturas anatômicas, articulações, músculos, entre outros. Nessa seção vamos aprofundar no universo da respiração que é de extrema importância em nossa vida. Vamos abordar conteúdos relacionados às articulações que compõe a caixa torácica, à denominação e localização dos músculos relacionados à caixa torácica, inervação e ação desses músculos. E para finalizar, veremos os estabilizadores ativos e passivos.

Para ajudá-lo, caro aluno, vamos relembrar a história de Fabiana, uma professora que sempre leva seus alunos para acompanhar atendimentos dos pacientes em clínicas, UBS e hospitais, com o intuito de que os alunos compreendam a importância dos conhecimentos básicos da Fisioterapia, para juntamente com os conhecimentos profissionalizantes, atuarem na prática de estágio e depois no mercado de trabalho.

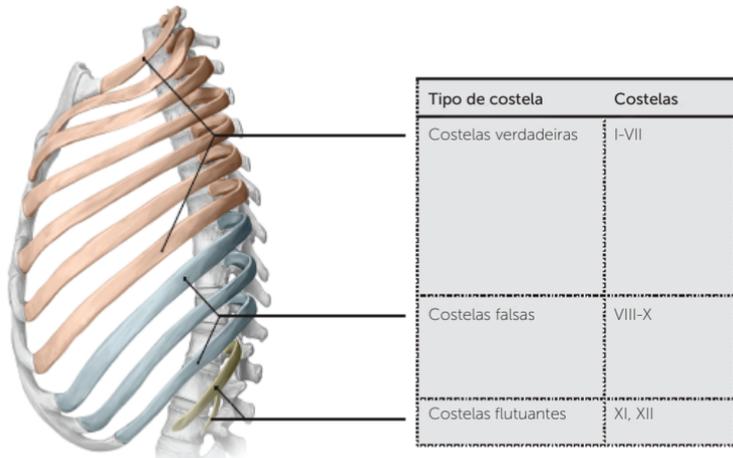
Em dia de aula, a professora Fabiana levou seus alunos para estagiar na Unidade Básica de Saúde (UBS), onde foram recebidos pelo fisioterapeuta Marcelo e puderam acompanhar o caso do senhor Ricardo, de 65 anos, diagnosticado com Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC). Ele contou que durante 40 anos fumou um maço de cigarro por dia e sempre se alimentou muito mal. O fisioterapeuta explicou toda a questão fisiológica da respiração e o porquê do seu Ricardo estar com DPOC. Após toda explicação do fisioterapeuta, Fabiana solicitou que os alunos estudassem dois itens importantes do processo respiratório: primeiro a denominação, a localização dos músculos relacionados à caixa torácica e os tipos de movimentos, e segundo os fatores limitantes das articulações da caixa torácica.

Não pode faltar

O tórax ou caixa torácica é um conjunto fechado que atua como um fole mecânico para a ventilação. O tórax é composto pelos ossos do esterno, costelas, cartilagens costais e vértebras torácicas (Figura 4.5). Os limites da caixa torácica são: na região anterior, o esterno; na posterior, os corpos das 12 vértebras torácicas; na superior, a clavícula; e na região inferior, o diafragma. O diâmetro transversal (horizontal) do tórax é maior que o diâmetro sagital (anteroposterior). Internamente na cavidade torácica, localizam-se os pulmões, coração e outras estruturas vitais.

Os movimentos respiratórios são consequência das variações do volume da cavidade torácica e, portanto, da pressão intratorácica. Porém, há duas maneiras de modificar o volume da cavidade torácica: primeiro mover as costelas, e segundo abaixar o diafragma. Ambos os movimentos necessitam da ação muscular. Ao longo da respiração os músculos agonistas primários são o diafragma e os músculos intercostais, além do músculo escaleno, também ser considerado como tal. Já o papel dos músculos acessórios, que entram em ação durante a respiração forçada, podem ser determinados através da observação, caso a ação de um músculo puxe as costelas superiormente (inspiração) ou inferiormente (expiração).

Figura 4.5 | Vista lateral esquerda do tórax



Fonte: adaptado de Gilroy (2015, p. 53).

A parte torácica da medula espinal possui 24 articulações referentes aos processos articulares, sendo 12 de cada lado. Cada articulação apresenta faces articulares bilaterais que geralmente estão no plano frontal, inclinando-se moderadamente entre 0 a 30° a partir da vertical.



Refleta

A caixa torácica é uma caixa osteocartilagínea que possui os principais órgãos da respiração e da circulação e que cobre parte dos órgãos abdominais. O tórax não é estático. Sua combinação em uma só estrutura de elementos ósseos, articulações sinoviais, peças cartilagíneas e músculos dão ao conjunto a elasticidade necessária às atividades das funções respiratórias.

Caro aluno, imagine se essas estruturas fossem diferentes, como será que ocorreria o processo respiratório? Além disso, você já parou para pensar em como funciona essa mecânica respiratória quando o indivíduo fuma por muitos anos e desenvolve enfisema pulmonar? Ou até mesmo em um indivíduo com doença de Parkinson e com postura inclinada para frente?

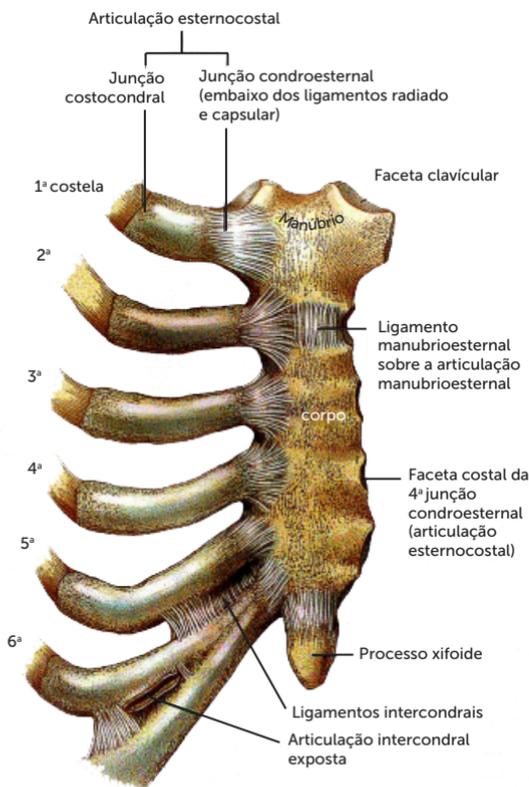
Apesar das articulações proporcionarem um mecanismo primário para os movimentos torácicos, seu potencial para o movimento é restrito pelas articulações costovertebrais (costocorporais) e costotransversárias (costotransversas). Essas articulações no final das costelas se introduzem na coluna vertebral. As articulações costocorporais juntam as cabeças de cada uma das 12 costelas aos lados que correspondem aos corpos das vértebras torácicas. Já as articulações costotransversárias juntam os tubérculos articulares das costelas, de 1 a 10, aos processos transversos das vértebras torácicas equivalentes. Além do que, cada articulação costotransversária é estabilizada por um ligamento costotransversário superior, e esse forte ligamento faz-se entre a margem superior do colo da costela e a margem inferior do processo transversos da vértebra localizada acima (Figura 4.6). As costelas 11 e 12 geralmente não possuem articulações costotransversárias.

Os movimentos de elevação e depressão das costelas, na inspiração e expiração, ocorrem em um movimento giratório

em um eixo que atravessa as articulações costovertebrais e costotransversárias. O sentido das costelas superiores é mais horizontal e o movimento de elevação gera um aumento anterior no diâmetro da caixa torácica.

O tórax altera o seu formato durante a ventilação devido à variação da quantidade de movimentos da articulação manubrioesternal e de cinco grupos adicionais de articulações. O manúbrio se inicia com o corpo do esterno na articulação manubrioesternal, e essa articulação fibrocartilaginosa se determina como sinartrose, similar à estrutura da sínfise púbica. Um disco parcial completa a cavidade dessa articulação e se ossifica por completo na fase adulta, porém, antes de ocorrer essa ossificação, a articulação pode contribuir um pouco para a expansão do tórax.

Figura 4.6 | Articulação manubrioesternal



Fonte: Neumann (2011, p. 441).

As articulações esternocostais bilateralmente e os finais cartilagosos anteriores das primeiras sete costelas articulam-se com as partes laterais do esterno. Devido à cartilagem que intervém entre os ossos do esterno e da costela, cada articulação esternocostal é dividida em: junções costocondrais, que representam a transição entre o osso e a cartilagem dos finais anteriores de cada costela, que permitem pouquíssimo movimento, e nas quais não há nenhuma cápsula ou ligamento que as reforça; junções condroesternais são compostas entre os finais mediais da cartilagem das costelas e por pequenas facetas costais sinartroses, que fornecem uma conexão dura com o esterno.

A segunda e a sétima articulações são sinoviais em natureza e possibilitam os movimentos ligeiros de deslize. Porém, algumas vezes os discos fibrocartilagosos estão presentes, em especial, nas articulações mais inferiores em que as cavidades estão regularmente ausentes. Cada articulação sinovial é rodeada por uma cápsula que é reforçada por ligamentos radiados.

As bordas opostas das cartilagens das costelas de 5 a 10 compõem as articulações intercondrais pequenas, forradas por sinóvia e reforçadas por ligamentos intercondrais. As costelas 11 e 12 não se introduzem anteriormente ao esterno.



Exemplificando

Um exemplo sobre as funções das articulações da caixa torácica é que elas auxiliam no processo de respiração. A primeira costela não se move em tudo, mas o movimento de respirar requer outros reforços para mover para cima e para baixo, de forma que as articulações formadas entre o resto das costelas e vértebras torácicas permitem outros movimentos.

Você, aluno, conhece os músculos relacionados à respiração? Você sabe que nem todos os músculos estão localizados na caixa torácica? O diafragma é um músculo grande, laminar e em forma de cúpula que separa a cavidade torácica da cavidade abdominal. Além disso, ele tem introdução extensa com uma proximidade circular no processo xifoide, anteriormente, nas seis costelas inferiores, lateralmente, e nas vértebras lombares superiores, posteriormente. A inserção central é bastante singular, e por possuir um formato próximo de um círculo na periferia, o músculo se introduz em si próprio no amplo centro tendíneo.



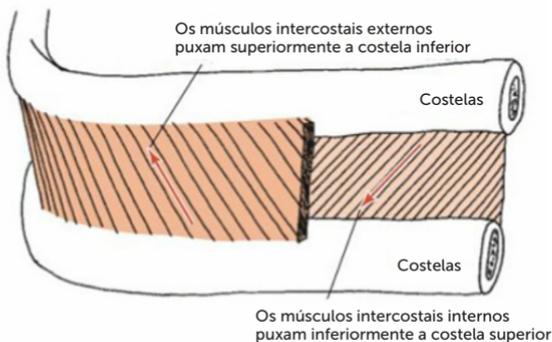
Caro aluno, para você entender melhor o movimento do diafragma durante a inspiração e a expiração, assista ao vídeo a seguir:

FISIOTERAPIA HOSPITALAR. Mecânica da ventilação pulmonar - Anatomia e fisiologia do sistema respiratório. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=LyyMkaJeuRc>>. Acesso em: 2 jul. 2018.

Os músculos escaleno anterior, médio e posterior introduzem-se entre a coluna cervical e as duas costelas superiores, o que confirma o fato de a coluna estar bem estabilizada. A contração bilateral dos músculos aumenta o volume intratorácico pela elevação das costelas superiores e do esterno introduzido. Os músculos escalenos são ativos, através do diafragma, durante cada ciclo inspiratório.

Os músculos intercostais são compostos por um grupo de músculos finos e em três camadas que ocupam os espaços intercostais e os músculos intercostais externos e internos (Figura 4.7). Nos músculos intercostais cada grupo dentro de um espaço intercostal é inervado por um nervo adjacente.

Figura 4.7 | Músculos intercostais (vista anterior)



Fonte: Lippert (2013, p. 212).

Os músculos intercostais externos são mais superficiais, análogos em profundidade e direção de fibras ao oblíquo externo abdominal do tronco. Já os músculos internos, se encontram profundamente aos externos e são análogos, em profundidade e em direção de fibras, ao oblíquo externo abdominal do tronco. No Quadro 4.3 você pode observar a origem, ação, inserção e inervação dos músculos diafragma, escaleno e intercostais.

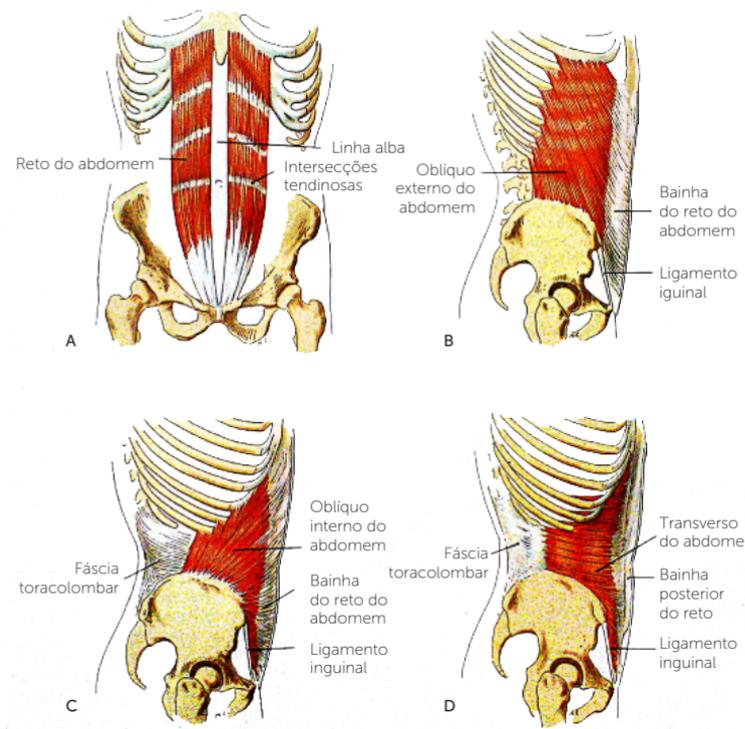
Quadro 4.3 | Músculos primários da respiração

Músculos	Origem	Inserção	Inervação	Ação
Diafragma	Processo xifoide, costelas, vértebras lombares.	Centro tendíneo do diafragma.	Nervo frênico (C ³ , C ⁵).	Primário: a cúpula do diafragma em contração desce e se achata durante a inspiração. Estes movimentos aumentam o diâmetro vertical do tórax.
Escaleno	Vértebras cervicais	1 ^a e 2 ^a costelas	Ramo ventral das raízes nervosas espinais (C ³ , C ⁵).	O escaleno anterior, o médio e o posterior aumentam o volume intratorácico pela elevação das costelas e do esterno.
<u>Intercostais:</u> Externos Internos	Costela superior (ponto fixo). Costela inferior (ponto fixo)	Costela inferior (ponto móvel). Costela superior (ponto móvel)	 Nervos intercostais (T ² , T ¹²).	As fibras paraesternais dos intercostais internos e os externos aumentam o volume intratorácico pela elevação das costelas. Durante a inspiração, todos os intercostais estabilizam os espaços intercostais para prevenir um colapso da parede torácica para dentro.

Fonte: adaptado de Lippert (2013, p. 211-212) e Neumann (2011, p. 444).

Os músculos da parte anterolateral do abdome incluem o reto do abdome, o oblíquo externo do abdome, o oblíquo interno do abdome e o transverso do abdome, sendo denominados músculos abdominais. O músculo abdome é um músculo longo, igual a uma tira, e fica localizado em ambos os lados da linha média do corpo. Já os músculos oblíquos internos e externos e o transverso do abdome - os abdominais laterais -, são largos e planos, com lâminas superficiais e profundas através da face lateral do abdome. Esses músculos são posicionados superficialmente às regiões profundas e ao longo dos aspectos anterolaterais do abdome.

Figura 4.8 | Músculos do abdome



Fonte: Neumann (2011, p. 389).

Esse grupo de músculos possuem várias funções fisiológicas importante, incluindo o suporte e a proteção das vísceras abdominais e o aumento da pressão intratorácica e intra-abdominal.



Os músculos que compõem o abdome são o oblíquo externo do abdome, o oblíquo interno do abdome e o transverso do abdome. Suas funções são dar o suporte e a proteção das vísceras abdominais e do aumento da pressão intratorácica e intra-abdominal, além de agir durante a expiração forçada.

A força muscular ativa possibilita o mecanismo primário para ocorrer à estabilização do esqueleto axial, englobando o tronco. Apesar dos ligamentos e outros tecidos conjuntivos, permitir uma fonte secundária para essa estabilidade pode ajustar tanto a magnitude como a sincronização adequada para a força deles. A estabilidade do tronco com base muscular é definida como “estabilidade de base”, a qual certifica uma postura quase que estática do tronco, mesmo tendo a influência de forças externas desestabilizadoras.

Os estabilizadores musculares intrínsecos do tronco compõem grupos musculares transversoespinais e segmentares curtos. De um modo geral esses músculos estabilizam a coluna pelo controle do alinhamento preciso e pela rigidez entre poucas junções intervertebrais de cada vez.

No tronco, os estabilizadores musculares extrínsecos primários são compostos pelos músculos do abdome, os eretores da coluna, o quadrado lombar, o psoas maior e os músculos dos quadris. Esses músculos estabilizam o tronco e criam um elo forte e semirrígido entre o crânio, a coluna vertebral, a pelve e as extremidades inferiores. Devido ao fato de muitos desses músculos cruzarem uma região ampla do corpo ou do tronco, eles permitem um controle grosseiro sobre a estabilidade do tronco. Contudo, pelo fato de muitos desses músculos possuírem uma considerável área de secção transversal e potência de alavanca, eles se tornam um grupo muito importante, pois contribuem com geração de torque para o tronco e as articulações dos quadris adjacentes.

As forças externas colocadas contra a parte superior do tronco ajudam a produzir um efeito de alavanca desestabilizadora contra as regiões mais caudais ou inferiores, portanto a função de estabilização dos músculos extrínsecos é, em particular, na parte inferior do tronco.

Vamos, então, relembrar a história de Fabiana, professora que estava com seus alunos na UBS, quando chegou um senhor chamado Ricardo, de 65 anos, com diagnóstico de DPOC, para ser atendido pelo fisioterapeuta Marcelo. Ele contou que fumou, durante 40 anos, aproximadamente um maço de cigarro por dia e que sempre se alimentou muito mal. Para iniciar o tratamento fisioterapêutico em Ricardo, Marcelo explicou toda a questão fisiológica da respiração e o porquê dele estar com DPOC. Em seguida a professora Fabiana solicitou que os alunos estudassem dois itens importantes do processo respiratório: primeiro a denominação e localização dos músculos relacionados à caixa torácica (respiração) e os tipos de movimentos, e segundo os fatores limitantes das articulações da caixa torácica.

Os músculos primários da respiração são o diafragma, com origem no processo xifoide, costelas, vértebras lombares e inserção no centro tendíneo do diafragma; o músculo escaleno cuja origem se encontra nas vertebrae cervicais e inserção na 1ª e 2ª costelas; os músculos intercostais internos com origem na costela superior (ponto fixo) e inserção na costela inferior (ponto móvel); os músculos intercostais externos cuja origem está na costela inferior (ponto fixo) e inserção na costela superior (ponto móvel). Os movimentos respiratórios são consequências das variações do volume da cavidade torácica e, portanto, da pressão intratorácica. Porém, há duas maneiras de modificar o volume da cavidade torácica: primeiro mover as costelas e segundo abaixar o diafragma. Ambos os movimentos necessitam da ação muscular.

Quando se trata das articulações da caixa torácica, sabe-se que apesar das articulações proporcionarem um mecanismo primário para os movimentos torácicos, seu potencial para o movimento é restrito pelas articulações costovertebrais (costocorporais) e costotransversárias (costotransversas). Essas articulações no final das costelas se introduzem na coluna vertebral. As articulações costocorporais juntam as cabeças de cauda de uma das 12 costelas aos lados que correspondem aos corpos das vértebras torácicas; já as articulações costotransversárias, juntam os tubérculos articulares das

costelas de 1 a 10 aos processos transversos das vértebras torácicas equivalentes. Além do que, cada articulação costotransversária é estabilizada por um ligamento costotransversário superior. Esse forte ligamento faz-se entre a margem superior do colo da costela e a margem inferior do processo transverso da vértebra. As costelas 11 e 12 geralmente não possuem articulações costotransversárias.

O tórax altera o seu formato durante a ventilação devido à variação da quantidade de movimentos da articulação manubrioesternal e de cinco grupos adicionais de articulações. As articulações esternocostais bilateralmente e os finais cartilagosos anteriores das primeiras sete costelas articulam-se com as partes laterais do esterno. Devido à cartilagem que intervém entre os ossos do esterno e da costela, cada articulação esternocostal é dividida em: junções costocondrais, que representam a transição entre o osso e a cartilagem dos finais anteriores de cada costela e nas quais não há nenhuma cápsula ou ligamento que as reforça, além de permitirem muito pouco movimento; junções condroesternais são compostas entre os finais mediais da cartilagem das costelas e por pequenas facetas costais sinartroses, que fornecem uma conexão dura com o esterno.

A segunda e a sétima articulações são sinoviais em natureza e possibilitam os movimentos ligeiros de deslize, porém, algumas vezes os discos fibrocartilagosos estão presentes, em especial nas articulações mais inferiores, em que as cavidades estão regularmente ausentes.

Avançando na prática

Músculos do tórax

Descrição da situação-problema

Ana é aluna do último de ano de Fisioterapia e um dia ela estava no estágio de pediatria na clínica de Fisioterapia, quando se deparou com uma criança diagnosticada com bronquiolite viral aguda. Ana sempre foi uma aluna aplicada, logo sabia sobre essa doença e compreendia as alterações funcionais diante

desta. Tal patologia leva a um grande número de internações hospitalares e é causada principalmente pelo vírus sincicial respiratório (VSR), principalmente nos meses de outono e inverno. Porém, Ana ficou em dúvida com relação aos músculos da respiração.

Vamos ajudá-la a lembrar esses músculos?

Resolução da situação-problema

Após seu estudo Ana pode reconhecer que um dos músculos da respiração é o diafragma, um músculo grande, laminar e em forma de cúpula, que separa a cavidade torácica da cavidade abdominal.

O diafragma tem introdução extensa, com uma proximidade circular no processo xifoide, anteriormente, nas seis costelas inferiores, lateralmente, e nas vértebras lombares superiores, posteriormente, e sua inserção central é bastante singular, por possuir um formato próximo de um círculo na periferia. O músculo introduz-se em si próprio no amplo centro tendíneo.

Outro músculo da respiração é o escaleno anterior, médio e posterior introduz-se entre a coluna cervical e as duas costelas superiores, de modo a confirmar que a coluna está bem estabilizada. A contração bilateral dos músculos aumenta o volume intratorácico pela elevação das costelas superiores e do esterno introduzido. Os músculos escalenos são ativos, através do diafragma durante cada ciclo inspiratório.

E, por fim, na respiração temos os músculos intercostais, que são compostos por um grupo de músculos finos e em três camadas que ocupam os espaços intercostais. Neles cada grupo dentro de um espaço intercostal é inervado por um nervo adjacente. Os músculos intercostais externos são mais superficiais análogos em profundidade e direção de fibras ao oblíquo externo abdominal do tronco. Já os músculos internos se encontram profundamente aos externos e são análogos em profundidade e em direção de fibras ao oblíquo externo abdominal do tronco.

Faça valer a pena

1. O diafragma é um músculo grande, laminar e cupuliforme que separa a _____ da _____. O diafragma tem introdução extensa com uma proximidade circular no processo xifoide, anteriormente, nas seis costelas inferiores, lateralmente, e nas vértebras lombares superiores, posteriormente. A inserção central é bastante singular, por possuir um formato próximo de um círculo na periferia, o músculo se introduz em si próprio no amplo centro tendíneo.

Marque a alternativa que completa corretamente as sentenças:

- a) Cavidade torácica; cavidade abdominal.
- b) Articulação manubrioesternal; cavidade abdominal.
- c) Cavidade torácica; articulação manubrioesternal.
- d) Cavidade torácica; articulações esternocostais.
- e) Articulações esternocostais; cavidade abdominal.

2. As articulações costocorporais (costovertebrais) e costotransversas no final das costelas se introduzem na coluna vertebral. As articulações costocorporais juntam as cabeças de cada uma das 12 costelas aos lados que correspondem aos corpos das vértebras torácicas, já as articulações costotransversárias juntam os tubérculos articulares das costelas de 1 a 10 aos processos transversos das vértebras torácicas equivalentes. Além do que, cada articulação costotransversária é estabilizada por um ligamento costotransversário superior, o qual se liga entre a margem superior do colo da costela e a margem inferior do processo transversos da vértebra.

Diante do texto acima, marque a alternativa que condiz com os movimentos das costelas que atravessam as articulações costovertebrais e costotransversárias.

- a) Flexão e depressão.
- b) Elevação e flexão.
- c) Elevação e depressão.
- d) Extensão e depressão.
- e) Elevação e extensão.

3. Os músculos da parte anterolateral do abdome incluem o reto do abdome, o oblíquo externo do abdome, o oblíquo interno do abdome e

o transverso do abdome, sendo denominados músculos abdominais. O músculo abdome é um músculo longo, igual a uma tira, que fica localizado em ambos os lados da linha média do corpo. Já os músculos oblíquos internos e externos e o transverso do abdome, os abdominais laterais, são largos e planos e são posicionados superficialmente às regiões profundas ao longo dos aspectos anterolateral do abdome.

Em relação à função respiratória do músculo reto do abdome, assinale a alternativa correta.

- a) Aumenta o volume intratorácico pela flexão do tronco e pela depressão das costelas.
- b) Diminui o volume intratorácico pela flexão do tronco e pela depressão das costelas.
- c) Diminui o volume intratorácico pela rotação do tronco e pela depressão das costelas.
- d) Aumenta o volume intratorácico pela rotação do tronco e pela depressão das costelas.
- e) Diminui o volume intratorácico pela flexão do tronco e pela rotação das costelas.

Seção 4.3

Análise da biomecânica da respiração

Diálogo aberto

Caro aluno, você já parou para pensar sobre a importância da respiração na sua vida? E como funciona todo processo de biomecânica da respiração?

Por isso, nessa seção abordaremos a biomecânica da respiração, suas mudanças verticais, mudanças anteroposteriores e mediolaterais, inspiração e expiração forçada, além das alterações biomecânicas das principais doenças pulmonares.

Para isso vamos retomar a história de Fabiana, professora do quinto ano do curso de Fisioterapia, que sempre leva seus alunos para visitar campos de estágio com o intuito de lhes proporcionar melhor entendimento do conteúdo da disciplina, uma vez que nesses ambientes o aluno consegue relacionar os conteúdos vistos em sala de aula com a realidade profissional.

Fabiana também entende que quando o aluno vivencia determinada atividade, ele consegue fixar melhor. Por isso, já em sala de aula, ela pediu aos alunos uma atividade em dupla, onde um respirasse de maneira normal enquanto o outro colega observasse. Em seguida o colega deveria fazer uma inspiração e expiração forçada. Após essa atividade os alunos tiveram que explicar a biomecânica do processo da ventilação normal e biomecânica da respiração forçada, respondendo a questão: como ocorreriam esses processos?

Não pode faltar

O processo mecânico de ventilação do corpo humano é o movimento pelo qual o ar é inalado e exalado através dos pulmões e das vias aéreas. Esse processo rítmico acontece de 12 a 20 vezes por minuto no repouso e são muito importantes para a manutenção da

vida. A ventilação possibilita a troca de oxigênio e dióxido de carbono entre os alvéolos dos pulmões e o sangue, sendo essa troca essencial para o metabolismo oxidativo dentro das fibras musculares. Esse processo induz a energia química necessária para mover e estabilizar as articulações do corpo. A ventilação no corpo humano é organizada por uma combinação de forças ativas e passivas que alteram o volume dentro do tórax expansível. A modificação no volume intratorácico causa uma mudança na pressão aérea como referido na *Lei de Boyle*, que considera as temperaturas e massas como fixas, e o volume e a pressão do gás como inversamente proporcionais.

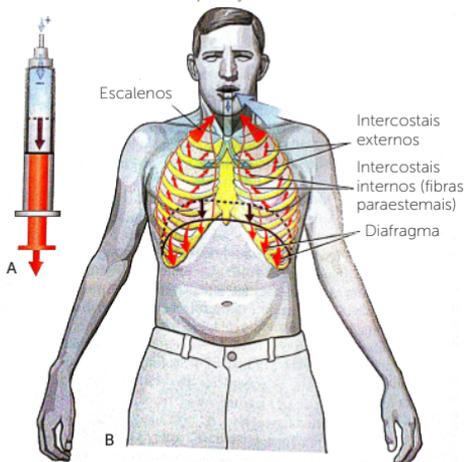


Assimile

Os movimentos respiratórios são consequências das variações do volume da cavidade torácica e, portanto, da pressão intratorácica, uma combinação de forças ativas e passivas.

No decorrer da inspiração o volume intratorácico é aumentado por uma contração dos músculos que se inserem nas costelas e no esterno, e conforme ocorre a expansão do tórax, a pressão dentro do espaço intrapleural (negativa) é adicionalmente reduzida e cria uma sucção que expande o pulmão. O movimento de expansão resultante dos pulmões diminui a pressão alveolar abaixo da pressão atmosférica e por fim puxa o ar da atmosfera para os pulmões. Já a expiração é o método de expulsar o ar dos pulmões dentro do ambiente. Podemos observar essa mecânica da inspiração na Figura 4.9.

Figura 4.9 | Mecânica muscular da inspiração

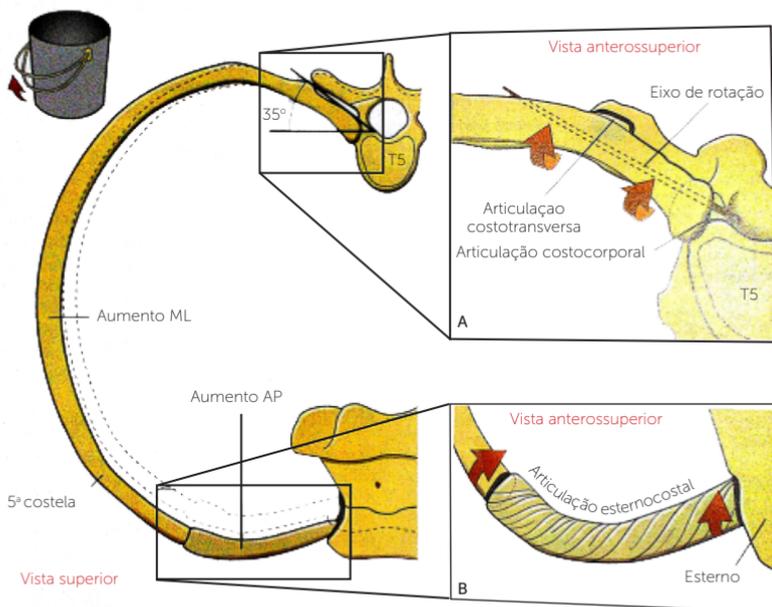


Fonte: Neumann (2011, p. 440).

No decorrer da inspiração, o diâmetro vertical do tórax é aumentado em principal pela contração e pelo abaixamento da cúpula do músculo do diafragma (Figura 4.9). Ao longo da expiração silenciosa (normal) o diafragma relaxa e permite que a cúpula se retraia para cima, para sua posição de repouso.

O movimento de elevação e a depressão das costelas e do esterno levam a mudanças nos diâmetros anteroposterior e mediolateral do tórax em graus variados. Todas as articulações dentro do tórax ajudam para produzir essas mudanças de diâmetro. Durante a inspiração o eixo das costelas de rotação cursa entre as articulações costotransversas e costocorporais (Figura 4.10 A). Esse eixo inclina-se para baixo e roda para cima e para fora, fazendo com que ocorra um aumento no volume intratorácico tanto no diâmetro anteroposterior quanto no mediolateral; além disso, uma leve rotação das articulações posteriores gera um deslocamento relativo grande do eixo das costelas. Esse mecanismo é semelhante à rotação de uma alça de balde.

Figura 4.10 | Elevação das costelas durante a inspiração



Fonte: Neumann (2011, p. 442).

Ao longo da inspiração forçada, o movimento de uma dada costela é combinado com uma leve extensão de toda coluna torácica. O caminho típico do movimento de uma dada costela vai depender parcialmente de uma forma única e da orientação espacial do eixo de rotação que segue através das articulações costotransversas e costocorporais.

Nas seis costelas superiores o eixo é deslocado horizontalmente por volta de 25 a 35° do plano frontal; nas seis costelas inferiores o eixo é deslocado horizontalmente em 35 a 45° no mesmo plano. Essa pequena diferença nas angulações faz com que as costelas superiores se elevem mais levemente na direção anterior, o que facilita o movimento do esterno para cima e para frente.

Na elevação as costelas e o esterno criam uma ligeira flexão e movimentos de torção dentro das cartilagens maleáveis associadas às articulações do tórax. A Figura 4.10 B mostra a torção criada em uma cartilagem dentro de uma articulação esternocostal, onde se guarda um componente de energia usado para elevar as costelas. A energia é recuperada de uma forma parcial ao longo da expiração assim que a caixa torácica se recolhe para seu estado relativamente constrito.

Na expiração os músculos da inspiração relaxam e deixam que as costelas e o esterno voltem a sua posição pré-inspiratória. O abaixamento do corpo das costelas agregado com os movimentos inferiores e posteriores do esterno reduzem os diâmetros anteroposterior e mediolateral do tórax. Ao longo da expiração forçada, o movimento das costelas é acompanhado por uma ligeira flexão de toda a coluna torácica.

Os movimentos da ventilação são muito complexos, podendo envolver uma quantidade grande de interações musculares, espalhada por todo o esqueleto axial. É fundamental que se tenha um forte sistema de controle, precisamente das diferentes intensidades de ventilação, incluindo atividades diárias como sorrir, bocejar, prender a respiração (no momento da natação), entre outros. Além disto, à exceção do músculo do diafragma, todos os outros músculos que compõem o sistema ventilatório são envolvidos com o controle do movimento e da estabilidade do tronco e de outras regiões craniocervicais e, de forma indireta, das extremidades, superiores e inferiores. Cada músculo que se introduza no tórax pode auxiliar potencialmente na mecânica da

ventilação. Mais especificamente, um músculo que aumente o volume intratorácico é um músculo da inspiração e um músculo que diminua o volume intratorácico é um músculo da expiração.

A expiração silenciosa é um processo passivo conduzido em principal pelo recolhimento elástico do tórax dos pulmões e do diafragma em relaxamento. Em indivíduos saudáveis os pulmões têm um processo passivo suficiente para exalar aproximadamente os 500ml de ar normalmente liberados na expiração silenciosa.

Na expiração forçada, a contração muscular ativa é requerida para reduzir, de uma forma rápida, o volume intratorácico. Fazem parte da expiração forçada os músculos abdominais: reto abdominal, oblíquo externo abdominal, oblíquo interno abdominal e transverso do abdome (a origem e inserção desses músculos você pode encontrar no livro de *Ciências Morfofuncionais do Aparelho Locomotor – Membros Inferiores e Coluna Vertebral*, Seção 1.2); o músculo transverso do tórax, com origem na crista ilíaca, aponeurose toraco- lombar e últimas seis costelas, e inserção na linha alba nos três quartos superiores e, por fim, as fibras interósseas dos intercostais internos, cuja origem se dá na face interna das costelas e cartilagem costais, com inserção na borda superior da costela, abaixo da de origem. No Quadro 4.4 estão descritas as ações e inervações dos músculos da expiração forçada.

Quadro 4.4 | Músculos da expiração forçada

Músculos	Inervação	Ação
<u>Músculos abdominais:</u> <ul style="list-style-type: none">- Reto abdominal.- Oblíquo externo abdominal.- Oblíquo interno abdominal.- Transverso do abdome.	Nervos intercostais (T7 –L1).	<ul style="list-style-type: none">- Diminui o volume intratorácico pela flexão do tronco e pela depressão das costelas.- Comprime a parede abdominal e seu conteúdo, o que aumenta a pressão intra-abdominal; como resultado, o diafragma relaxado é empurrado para cima, decrescendo o volume intratorácico.

Transverso do tórax.	Nervos intercostais adjacentes.	Descreve o volume intratorácico pela depressão das costelas.
Intercostais internos (fibras interósseas).	Nervos intercostais (T ² -T ¹²).	As fibras interósseas dos intercostais internos descrevem o volume intratorácico pela depressão das costelas.

Fonte: adaptado de Neumann (2011, p. 448).

Os músculos abdominais possuem ação direta e indireta na expiração forçada. Na atuação indireta, os músculos abdominais aumentam a pressão dentro do abdome e comprimem as vísceras. Com esse aumento da pressão intra-abdominal, torna-se possível empurrar o diafragma para cima. Desta forma indireta, a contração ativa dos músculos abdominais aproveita-se da forma de paraquedas do diafragma para auxiliar na expulsão intra-abdominal aumentada e usada também através das atividades que envolvem a manobra de Valsalva, na qual se inclui o parto e o levantamento de carga ou estabilização da coluna lombar. A manobra de Valsalva é apresentada quando se exala com força o ar contra os lábios fechados e nariz tapado, forçando o ar em direção ao ouvido médio se a tuba auditiva estiver aberta. Esta manobra faz com que se aumente a pressão intratorácica, diminuindo o retorno venoso ao coração e diminuindo a pressão arterial, além de evidenciar sopros e hérnias abdominais.

Na ação direta os músculos abdominais flexionam o tórax e deprimem as costelas e o esterno, o que promove a redução do volume intratorácico de forma rápida e forçada.



Exemplificando

A expiração forçada é realizada principalmente pela contração dos músculos abdominais, os quais agem fortemente em muitas funções fisiológicas, que inclui o canto, o riso, a tosse, espirro, entre outros.

Os músculos abdominais estão descritos como músculos da expiração forçada, porém sua contração realça também

a inspiração. Como o músculo do diafragma é forçado para cima na expiração máxima, ele é alongado a um ótimo ponto de sua curva comprimento-tensão. Como efeito, o músculo é mais preparado para iniciar uma contração forçada no próximo ciclo inspiratório.

Os músculos da inspiração silenciosa (normal) são o diafragma, os escalenos e os intercostais (Figura 4.9 B). Esses músculos são classificados como músculos primários porque estão ativos durante todas as intensidades de trabalho. A contração ativa do diafragma é aplicada totalmente para a mecânica da inspiração, entretanto os intercostais e os escalenos também estabilizam e fazem a rotação de partes do esqueleto axial.

O diafragma é o mais importante músculo de inspiração, realizando de 60 a 80% do trabalho do processo ventilatório. Ao longo da inspiração silenciosa, a cúpula do diafragma desce aproximadamente em 1,5 cm. Durante a inspiração forçada, o diafragma se achata e pode descer de 6 a 10 cm. Já na inspiração máxima, o lado direito descende ao nível do corpo T11 e o lado esquerdo até o nível do corpo de T12.

Se for reconhecido que a coluna cervical está bem estabilizada, a contração bilateral dos músculos aumenta o volume intratorácico pela elevação das costelas superiores e do esterno inserido. Durante cada ciclo inspiratório os músculos escalenos são ativados ao longo do diafragma.

A inspiração forçada necessita de músculos adicionais para assistir os músculos primários da inspiração. Esses músculos adicionais são mencionados como músculos da inspiração forçada ou músculos acessórios da inspiração, sendo que cada um deles tem uma linha de ação que pode aumentar direta ou indiretamente o volume intratorácico. A função dos músculos da inspiração forçada em pessoas saudáveis é aumentar a razão e o volume de ar inspirado. Além disso esses músculos podem ser convocados no repouso para ajudar a compensar a fraqueza, a fadiga ou outra função reduzida de um ou mais músculos da inspiração, como o diafragma, por exemplo. No Quadro 4.5 estão listados os músculos da inspiração forçada.

Quadro 4.5 | Músculos da inspiração forçada

Músculos	Inervação	Ação
Serrátil posterossuperior	Nervos intercostais (T ² – T ⁹).	Aumenta o volume intratorácico das costelas superiores.
Serrátil posteroinferior	Nervos intercostais (T ⁹ – T ¹²).	Estabiliza as costelas inferiores pela contração inicial do diafragma.
Elevador das costelas (curto e longo).	Ramo dorsal das raízes nervosas espinais torácicas adjacentes (C ⁷ -T ¹¹).	Aumenta o volume intratorácico pela elevação das costelas.
Esternocleidomastoideo	Origem primária: nervo espinal acessório (XI nervo craniano).	Aumenta o volume intratorácico pela elevação do esterno e das costelas superiores.
Latíssimo do dorso	Nervo Toracodorsal (C 6 – C8).	Aumenta o volume intratorácico pela elevação das costelas inferiores: precisa dos braços para fixar-se.
Iliocostais torácicos e cervicais (erector espinal).	Ramos dorsais adjacentes das raízes nervosas espinais.	Aumenta o volume intratorácico pela extensão do tronco.
Peitoral menor	Nervo peitoral medial (C ⁸ -T ¹).	Aumenta o volume intratorácico pela elevação das costelas superiores; requer a ativação de músculos tais como o trapézio e o elevador da escápula para elevar a escápula.
Peitoral maior (cabeça esternocostal).	Nervo peitoral medial (C ⁸ -T ¹).	Aumenta o volume intratorácico pela elevação das costelas médias e do esterno; precisa dos braços para fixar-se. Uma melhor flexão ou abdução dos ombros aumenta a linha vertical de força das fibras musculares relativas às inserções musculares do tórax; esta estratégia aumenta a eficácia deste músculo no aumento do volume intratorácico.

<p>Quadrado lombar</p>	<p>Ramo ventral das raízes nervosas espinhais (T¹² –L³).</p>	<p>Estabiliza as costelas inferiores para a contração do diafragma durante a inspiração forçada inicial.</p>
------------------------	--	--

Fonte: adaptada de Neumann (2011, p. 447).

A mecânica respiratória pode ser afetada devido às patologias e traumas, em pessoas acamadas ou em idosos. A Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC) é definida pelo desenvolvimento de obstrução progressiva ao fluxo aéreo não completamente reversível, cujos principais sinais e sintomas apresentados são dispneia (dificuldade de respirar), tosse e limitação para a realização das atividades físicas que têm caráter progressivo, o que leva à intensificação da doença.

O termo DPOC é usado para determinar graus variáveis de doenças das vias respiratórias de pequeno calibre (bronquite crônica) e de destruição do parênquima pulmonar (enfisema). A evolução ou agravamento da hiperinsuflação pulmonar dinâmica, com aprisionamento aéreo, constitui a principal alteração fisiopatológica na exacerbação da DPOC. Os principais mecanismos envolvidos são: aumento da obstrução ao fluxo aéreo (causada por inflamação, hipersecreção brônquica e broncoespasmo) e diminuição da retração elástica pulmonar. Todos esses fatores levam a um prolongamento da constante de tempo expiratória, ao mesmo tempo em que se eleva a frequência respiratória como resposta ao aumento da demanda ventilatória, encurtando-se o tempo para expiração. A hiperinsuflação dinâmica leva a um aumento substancial da autoPEEP (persistência de uma pressão alveolar positiva) ou PEEP intrínseca (PEEPi), determinando uma sobrecarga de trabalho à musculatura inspiratória para deflagração de fluxo de ar na inspiração. Além disso, a hiperinsuflação também compromete a performance muscular respiratória, alterando a conformação geométrica das fibras musculares, reduzindo a curvatura diafragmática. Nos casos em que os pacientes estão com a doença mais avançada, ocorre a diminuição direta da força muscular por uso crônico de corticosteroides e desnutrição. Nas exacerbações muito graves ocorre a diminuição da resposta do comando neural (*drive*) no centro respiratório à hipóxia e à hipercapnia, decorrentes

do desequilíbrio ventilação/perfusão e de hipoventilação alveolar, o que agrava a acidose respiratória e a hipoxemia arterial.



Pesquise mais

Caro aluno, para que você possa compreender melhor a DPOC diante das alterações biomecânicas respiratórias e também conhecer um pouco da atuação da fisioterapia com relação a ela, leia os artigos abaixo:

ROSSI, R. C. et al. A respiração frenolabial na doença pulmonar obstrutiva crônica: revisão da literatura. **Fisioter Pesq.**, v. 19, n. 3, p. 282-289, 2012. Disponível em: <<https://bit.ly/2x2r0pX>>. Acesso em: 2 ago. 2018.

TREVISAN, M. E.; PORTO, A. S.; PINHEIRO, T. M. Influência do treinamento da musculatura respiratória e de membros inferiores no desempenho funcional de indivíduos com DPOC. **Fisioterapia e Pesquisa**, São Paulo, v. 17, n. 3, p. 209-213, jul/set. 2010. Disponível em: <<https://bit.ly/2OaTjJa>>. Acesso em: 2 ago. 2018.

IKE, D. et. al. Efeitos do exercício resistido de membros superiores na força muscular periférica e na capacidade funcional do paciente com DPOC. **Fisioter Mov.**, v. 23, n. 3, p. 429-437, jul/set. 2010. Disponível em: <<https://bit.ly/2CzsgGe>>. Acesso em: 2 ago. 2018.

A infecção respiratória alta (IRA) é uma infecção limitada ao nariz, à faringe e à laringe. A laringe marca a transição entre as vias respiratórias superiores e inferiores. Outras formas vistas de IRA incluem a gripe (influenza), a laringite e a rinite (inflamações da túnica mucosa nasal).

As infecções respiratórias baixas (IRB) ocorrem desde a traqueia até os alvéolos pulmonares. É uma inflamação dos alvéolos causada por infecção bacteriana ou viral. A pneumonia é uma forma de IRB que pode afetar um lobo inteiro (pneumonia lobar) ou estar dispersa em todo o pulmão (broncopneumonia) sendo a broncopneumonia mais comum em indivíduos muito jovens e muito idosos. A "pneumonia atípica" na maioria dos casos não é grave o suficiente para que o paciente seja hospitalizado. A bronquite, o enfisema e a asma são outras formas comuns IRB. A bronquite acomete os brônquios e suas diversas subdivisões (árvore bronquial).

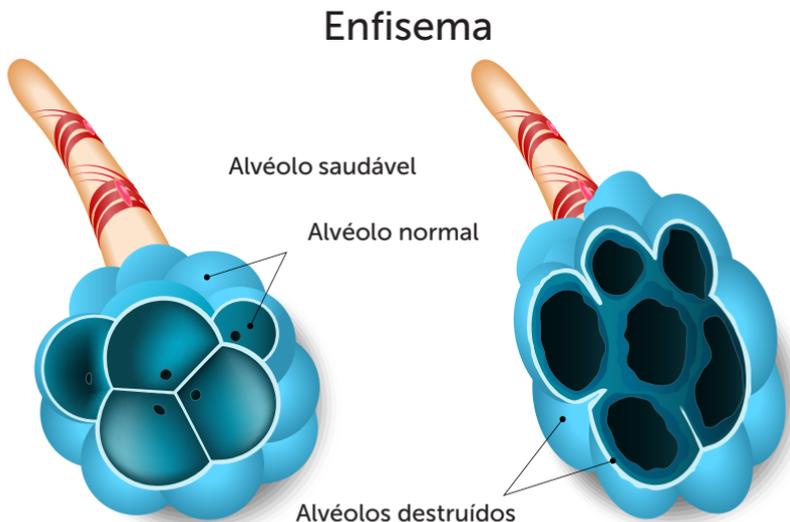


“As infecções respiratórias agudas são responsáveis por um terço das mortes e metade das hospitalizações e consultas médicas entre menores de cinco anos nos países em desenvolvimento” (CÉSAR, 1997, p. 54).

Caro aluno, essas infecções em adultos podem não apresentar mudanças significativas na mecânica respiratória, porém em neonatos, crianças e idosos pode ocorrer. Você sabe o por quê disso?

O enfisema pulmonar é uma doença obstrutiva crônica, que resulta de várias alterações de toda a estrutura distal do bronquíolo terminal, seja por dilatação dos espaços aéreos, ou por destruição da parede alveolar, levando a perda da superfície respiratória, diminuição do recolhimento elástico e hiperinflação pulmonar (Figura 4.11). Já a asma apresenta sintomas geralmente causados por espasmo das paredes dos brônquios, o que dificulta muito a expiração.

Figura 4.11 | Enfisema pulmonar



Fonte: <<https://bit.ly/2oSweA6>>. Acesso em: 11 jul. 2018.

Vamos voltar ao caso da professora Fabiana? Ela pediu aos alunos que realizassem uma atividade em sala de aula, em dupla, na qual um aluno respiraria normalmente enquanto o outro observaria. Em seguida o colega faria uma inspiração e uma expiração forçadas.

Após essa atividade Fabiana pediu que os alunos explicassem a biomecânica do processo da ventilação normal e da respiração forçada. Os alunos responderam que a inspiração forçada necessita de músculos adicionais para assistir os músculos primários da inspiração. Esses músculos adicionais são mencionados como músculos da inspiração forçada ou músculos acessórios da inspiração, sendo que cada um deles tem uma linha de ação que pode aumentar direta ou indiretamente o volume intratorácico. A função dos músculos da inspiração forçada em pessoas saudáveis é aumentar a razão e o volume de ar inspirado, esses músculos podem ser convocados no repouso para ajudar a compensar a fraqueza, a fadiga, ou em outra função reduzida de um ou mais músculos da inspiração, como o diafragma.

Na expiração forçada, a contração muscular ativa é requerida para reduzir de uma forma rápida o volume intratorácico. Fazem parte da expiração forçada os músculos abdominais, o transverso do tórax e as fibras interósseas do intercostais internos. A contração desses músculos apresenta efeitos direto e indireto na expiração forçada. Na atuação direta a contração dos músculos abdominais flexiona o tórax e deprime as costelas e o esterno. Na atuação indireta, os músculos abdominais aumentam a pressão dentro do abdome e comprimem as vísceras. Com esse aumento da pressão intra-abdominal, torna-se possível empurrar o diafragma para cima. Desta forma indireta, a contração ativa dos músculos abdominais aproveita-se da forma de paraquedas do diafragma para auxiliar na expulsão intra-abdominal aumentada e usada também através das atividades que envolvem a manobra de Valsalva, que inclui o parto e o levantamento de carga ou estabilização da coluna lombar.

Para finalizar, os alunos responderam que os músculos abdominais estão descritos como músculos da expiração forçada, porém sua contração realça também a inspiração, como no caso

do músculo do diafragma, que é forçado para cima na expiração máxima e alongado a um ótimo ponto de sua curva comprimento-tensão. Como efeito, o músculo é mais preparado para iniciar uma contração forçada no próximo ciclo inspiratório.

Avançando na prática

Lesão medular e alteração respiratória

Descrição da situação-problema

Firmino é um jovem de 21 anos, que sofreu um acidente de moto, o qual deixou-lhe com sequelas e disfunções. Firmino foi diagnosticado com lesão medular alta abaixo de C4 devido ao traumatismo raquimedular. Após essa lesão, além de comprometimentos neurológicos, Firmino possui comprometimentos respiratórios. Roberta, estagiária do curso de Fisioterapia, recebe Firmino para avaliação e reabilitação. Roberta, ao identificar o nível de lesão, já sabe que Firmino possui dificuldade para respirar, pois teve o nervo frênico atingido. Durante a avaliação Firmino questiona por que sente um pouco de dificuldade para respirar, já que a lesão foi na medula espinhal e não no pulmão.

Se você fosse Roberta, o que responderia?

Resolução da situação-problema

Então, Firmino, devido à localização da sua lesão, o principal músculo da respiração, o diafragma, que é inervado pelo nervo frênico, foi parcialmente comprometido. A dificuldade maior se dá na inspiração, pois o diafragma tem contração ativa nesse momento da respiração.

O diafragma é o mais importante músculo de inspiração, realizando de 60 a 80% do trabalho do processo ventilatório. Porém, com a lesão, atingiu-se os músculos intercostais e abdominais, que ficaram totalmente paralisados. Por isso você está apresentando

uma respiração paradoxal, ou seja, uma respiração com alteração biomecânica, uma compressão torácica com redução da capacidade vital, o que explica porquê está sentindo um desconforto ao respirar.

Faça valer a pena

1. No decorrer da _____ o volume intratorácico é aumentado por uma contração dos músculos que se inserem nas costelas e no esterno. Conforme ocorre a expansão do tórax, a pressão dentro do espaço intrapleural (negativa) é adicionalmente reduzida e cria-se uma sucção que expande o pulmão. O movimento de expansão resultante dos pulmões diminui a pressão alveolar abaixo da pressão atmosférica e, por fim, puxa o ar da atmosfera para os pulmões. Já a _____ é o método de expulsar o ar dos pulmões dentro do ambiente.

Marque a alternativa que completa corretamente as sentenças.

- a) Inspiração, expiração.
- b) Inspiração, elevação.
- c) Elevação, expiração.
- d) Inspiração, flexão.
- e) Flexão, expiração.

2. As infecções respiratórias baixas (IRB) ocorrem desde a traqueia até os alvéolos pulmonares. É uma inflamação dos alvéolos causada por infecção bacteriana ou viral. A _____ é uma forma de IRB que pode afetar um lobo inteiro (pneumonia lobar) ou estar dispersa em todo o pulmão (broncopneumonia) sendo a broncopneumonia mais comum em indivíduos muito jovens e muito idosos. A do tipo _____ na maioria dos casos não é grave o suficiente para que o paciente seja hospitalizado.

Marque a alternativa que completa corretamente as sentenças.

- a) Pneumonia, asma.
- b) Asma, pneumonia típica.
- c) Pneumonia, pneumonia atípica.
- d) Pneumonia, bronquite.
- e) Bronquite, pneumonia atípica.

3. Os movimentos da ventilação são muito complexos podendo envolver uma quantidade grande de interações musculares espalhadas por todo o esqueleto axial. É fundamental que se tenha um forte sistema de controle, principalmente com relação às diferentes intensidades de ventilação, incluindo atividades diárias como sorrir, bocejar, prender a respiração (no momento da natação) entre outros.

Todos os outros músculos que compõem o sistema ventilatório são envolvidos com o controle do movimento e da estabilidade do tronco. Qual músculo que participa do sistema ventilatório, porém não participa do controle do movimento?

- a) Reto abdominal.
- b) Diafragma.
- c) Peitoral maior.
- d) Transverso do tórax.
- e) Quadrado lombar.

Referências

- CARVALHO W. B.; JOHNSTON C.; FONSECA M.C. ; Bronquiolite aguda, uma revisão atualizada. **Rev Assoc Med Bras**, v. 53, n. 2, p. 182-188, 2007. Disponível em: <<https://bit.ly/2MOVcV>>. Acesso em: 25 jul. 2018.
- CÉSAR, Juraci A. et al. Hospitalização por pneumonia: influência de fatores socioeconômicos e gestacionais em uma coorte de crianças no Sul do Brasil. **Rev. Saúde Pública**, São Paulo, v. 31, n. 1, p. 53-61, fev. 1997.
- FIGUEREDO, V. M. G. et al. Prevalência de sinais, sintomas e fatores associados em portadores de disfunção temporomandibular. **Acta sci., Health sci.**, Maringá, v. 31, n. 2, p. 159-163, jul./dez. 2009.
- FLOYD, R. T. **Manual de cinesiologia estrutural**. 16. ed. Barueri: Manole, 2011.
- GILROY, A. M. **Atlas de anatomia**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2015.
- HOUGLUM, P. A.; BERTOTI, D. B. **Cinesiologia clínica de Brunnstrom**. Barueri: Manole, 2014.
- IKE, D. et. al. Efeitos do exercício resistido de membros superiores na força muscular periférica e na capacidade funcional do paciente com DPOC. **Fisioter Mov.**, v. 23, n. 3, p. 429-437, jul/set. 2010. Disponível em: <<https://bit.ly/2CzsgGe>>. Acesso em: 2 ago. 2018.
- KAPANDJI, A. I. **O que é biomecânica**. 6. ed. Barueri: Manole, 2013.
- LIPPERT, L. S. **Cinesiologia clínica e anatomia**. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2013.
- LOPES, P. R. R.; CAMPOS, P. S. F.; NASCIMENTO, R. J. M. Dor e inflamação nas disfunções temporomandibulares: revisão de literatura dos últimos quatro anos. **Revista Ciências Médicas e Biológicas**, Salvador, v. 10, n. 3, p. 317-325, set./dez. 2011. Disponível em: <<https://bit.ly/2wL9W7S>>. Acesso em: 23 jun. 2018.
- MOORE, K. L.; DALLEY, A. F.; AGUR, A. M. R. **Anatomia Orientada Para Clínica**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2017b.
- MOORE, L. K.; AGUR, A. M. R.; DALLEY, A. F. **Fundamentos de anatomia clínica**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2017a.
- NEUMANN, D. A. **Cinesiologia do aparelho musculoesquelético: Fundamentos para Reabilitação**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.
- OATIS, C. A. **Cinesiologia: a mecânica e a patomecânica do movimento humano**. 2. ed. Barueri: Manole, 2014.
- PETTA A. D.; Patogenia do enfisema pulmonar – eventos celulares e moleculares. **einstein**. São Paulo, v. 8, n. 2, pt. 1, p. 248-251, 2010.
- SAMPAIO, A. C. S. et al. Treinamento de força muscular na reabilitação pulmonar em pacientes com DPOC: Uma revisão descritiva. **Revista HUPE**, [s.l.], v. 15, n. 4, out/dez. 2016.

ROSSI R. C. et al. A respiração frenolabial na doença pulmonar obstrutiva crônica: revisão da literatura. **Fisioter Pesq.**, [s.l.], v. 19, n. 3, p. 282-289, 2012. Disponível em: <<https://bit.ly/2x2r0pX>>. Acesso em: 2 ago. 2018.

ISBN 978-85-522-1096-2



9 788552 210962 >