



GOVERNO DO  
ESTADO DO CEARÁ  
*Secretaria da Educação*

**ESCOLA ESTADUAL DE  
EDUCAÇÃO PROFISSIONAL - EEEP**  
ENSINO MÉDIO INTEGRADO À EDUCAÇÃO PROFISSIONAL

CURSO TÉCNICO EM MASSOTERAPIA

**BIOMECÂNICA E CINESIOLOGIA**





**GOVERNO DO  
ESTADO DO CEARÁ**

*Secretaria da Educação*

**Governador**

Cid Ferreira Gomes

**Vice Governador**

Francisco José Pinheiro

**Secretária da Educação**

Maria Izolda Cela de Arruda Coelho

**Secretário Adjunto**

Maurício Holanda Maia

**Secretário Executivo**

Antônio Idilvan de Lima Alencar

**Assessora Institucional do Gabinete da Seduc**

Cristiane Carvalho Holanda

**Coordenadora de Desenvolvimento da Escola**

Maria da Conceição Ávila de Misquita Vinãs

**Coordenadora da Educação Profissional – SEDUC**

Thereza Maria de Castro Paes Barreto



**Escola Estadual de  
Educação Profissional - EEEP**  
Ensino Médio Integrado à Educação Profissional  
Curso Técnico em Massoterapia

---

**BIOMECANICA E CINESIOLOGIA**

---

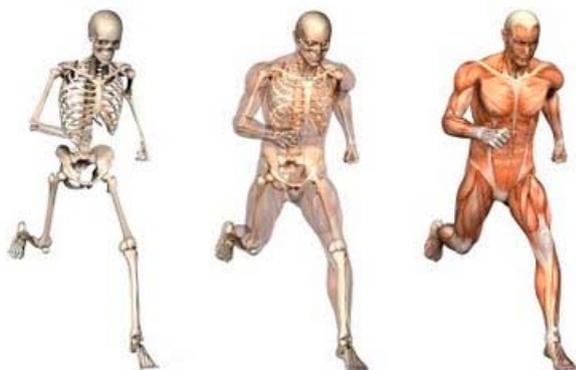
**Fortaleza - Ceara**

**2010**

**SUMÁRIO**

BIOMECÂNICA GLOBAL.....	03
TIPOS DE MOVIMENTO.....	06
CADEIA CINÉTICA.....	08
A MARCHA.....	09
OMBRO.....	11
PUNHO E MÃO.....	16
COLUNA VERTEBRA.....	20
ARTICULAÇÃO DO QUADRIL.....	26
A ARTICULAÇÃO DO JOELHO.....	28
TORNOZELO E O PÉ.....	30
CONCLUSÃO.....	33
BIBLIOGRAFIA.....	24

## BIOMECÂNICA GLOBAL



### INTRODUÇÃO

A mecânica é uma área da física e da engenharia, que lida com a análise das forças que agem sobre um objeto. Seja para a manutenção deste ou de uma estrutura em um ponto fixo, como a descrição e a causa do movimento do mesmo.

Assim, a Cinesiologia deve ser capaz de aplicar leis e princípios básicos de mecânica a fim de avaliar as atividades humanas. Essa aplicação da mecânica cai nos domínios da Biomecânica que pode ser definida como aplicação da mecânica aos organismos vivos, tecidos biológicos, aos corpos humanos e animais.

A postura do corpo é resultante de inúmeras forças musculares que atuam equilibrando forças impostas sobre o corpo, e todos os movimentos do corpo são causados por forças que agem dentro e sobre o corpo.

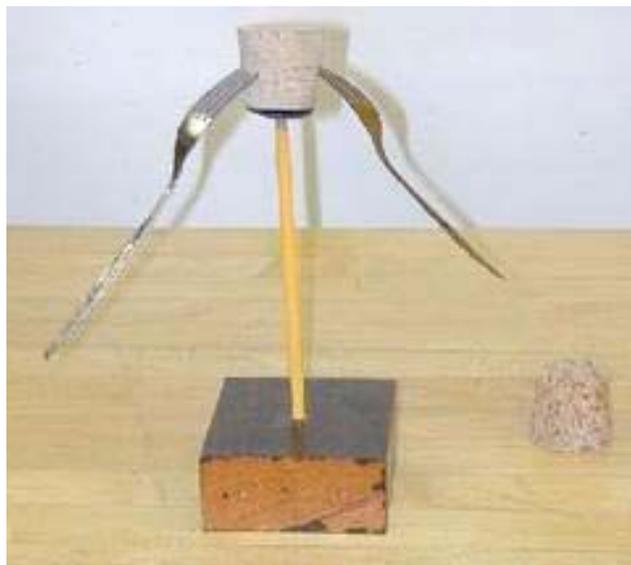
Em nossas atividades diárias, no trabalho, no esporte, temos que lidar com forças e os profissionais que trabalham com lesões músculo-esqueléticas precisam compreender como as forças afetam as estruturas do corpo e como estas forças controlam o movimento.

A biomecânica é a base da função músculo-esquelética. Os músculos produzem forças que agem através do sistema de alavancas ósseas. O sistema ósseo ou move-se ou age estaticamente contra uma resistência. O arranjo de fibras de cada músculo determina a quantidade de força que o músculo pode produzir e o comprimento no qual os músculos podem se contrair. Dentro do corpo, os músculos são as principais estruturas controladoras da postura e do movimento. Contudo, ligamentos, cartilagens e outros tecidos moles também ajudam no controle articular ou são afetados pela posição ou movimento.

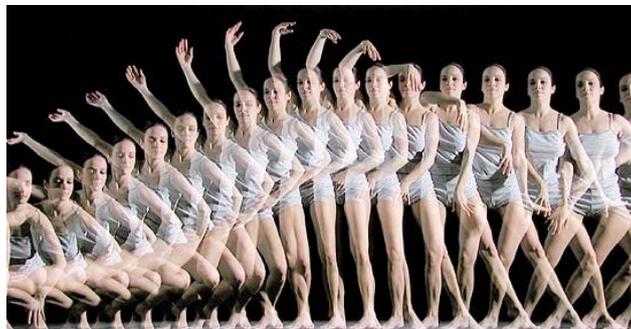
### CENTRO DE GRAVIDADE

A Gravidade é uma força externa que age sobre um objeto sobre a terra, e para equilibrar essa força, uma segunda força externa precisa ser induzida - ou seja, todo o corpo recebe a ação de uma força,

reage à mesma com uma força igual e oposta.

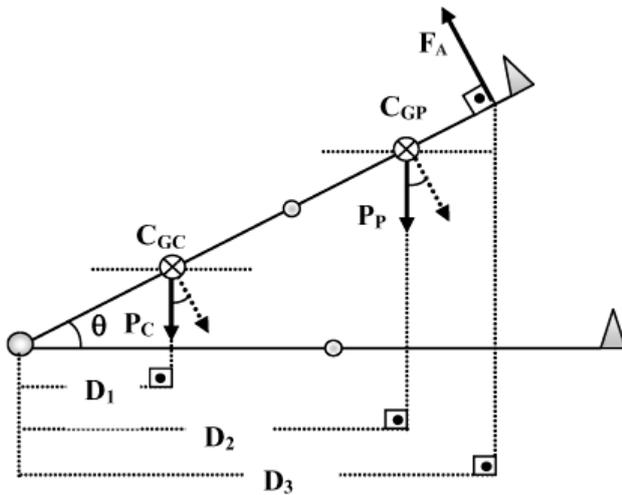


O conceito de Centro de Gravidade é proveitoso ao descrever e analisar mecanicamente o movimento do corpo humano e outros objetos, sabendo exatamente como a força da gravidade atua nesses corpos.



O Centro de Gravidade é o ponto dentro de um objeto onde se pode considerar que toda a massa, ou seja, o material que constitui o objeto, esteja concentrada. A gravidade puxa para baixo todo ponto de massa que constitui este objeto ou o corpo. No entanto, a determinação do Centro de Gravidade do corpo humano é muito difícil, pois este não apresenta densidade uniforme, não é rígido e não é simétrico enquanto um objeto com todas estas características o Centro de Gravidade em cada ponto é igual.

Existem cálculos matemáticos que analisam parte a parte o centro de gravidade de um corpo não uniforme, de forma a adquirir um resultado médio do centro de gravidade do mesmo.



**Figura 1.** Diagrama representativo do modelo biomecânico bidimensional do sistema formado por quadril, joelho e tornozelo, mostrando a distribuição de forças que agem na coxa, na perna e seus ângulos de ação, que foram utilizados para o cálculo do torque gerado nos músculos isquiotibiais durante o teste de alongamento.

### LINHA GRAVITACIONAL

A localização do Centro de Gravidade do corpo como um todo varia, dependendo da posição do corpo. Numa pessoa ereta, pode-se situá-lo de forma aproximada sobre uma linha, formada pela interseção de um plano que corta o corpo em duas metades, uma direita e uma esquerda, e um plano que corta o corpo em metade anterior e posterior. A posição do ponto do Centro de Gravidade ao longo desta linha imaginária, pode-se considerar que a gravidade atua sobre esse único ponto de Centro de Gravidade, puxando diretamente para baixo em direção ao centro da terra. Essa linha ou direção de tração é a linha de gravidade.

### BASE DE SUSTENTAÇÃO

A base de sustentação, ou a base de apoio para o corpo é a área formada abaixo do corpo pela conexão com a linha contínua de todos os pontos em contato com o solo. Na posição ereta, por exemplo, a base de apoio é aproximadamente um retângulo, formado por linhas retas através dos dedos, formado por linhas retas através dos dedos e calcanhares e ao longo dos dedos de cada pé. Quando um corpo está numa posição fixa com a linha de gravidade passando através da base de apoio, diz-se que ele está compensado, estável ou em equilíbrio estático. Se a linha de gravidade passar fora da base de apoio, o equilíbrio e a estabilidade são perdidos e os membros apoiadores devem mover-se para evitar uma queda. Essa situação ocorre continuamente, quando andamos, corremos e mudamos de direção.

### FORÇAS QUE ATUAM NO MOVIMENTO

A Ciência mecânica diz que uma força pode ser definida simplesmente como um empurrão ou tração. Por definição a força é uma entidade que tende a produzir movimento. Às vezes, o movimento não ocorre ou o objeto se acha em equilíbrio. O ramo da mecânica que lida com este fenômeno é a estática; caso haja o movimento, é chamado dinâmica.

A força é definida por quatro características básicas:

- magnitude de força;
- direção;
- sentido; e
- quantidade de tração.

As forças mais comuns envolvidas com a biomecânica são: a força muscular, gravitacional, inércia, de flutuação e força de contato. A força produzida por músculos depende de vários fatores. Dois desses fatores incluem velocidade de contração do músculo e comprimento do músculo. O peso de um objeto é resultado da força gravitacional.

O conceito de inércia mantém que um corpo permanece em repouso ou em movimento uniforme até receber a ação de uma força externa.

A força de flutuação tende a resistir à força da gravidade. Na água a magnitude dessa força equivale ao peso de água que o objeto desloca. A força de contato existe toda vez que dois objetos se acharem em contato um com o outro. Esse tipo de força pode ser uma força de reação ou uma força de impacto. A força pode ser ainda subdividida em uma força normal perpendicular às superfícies de contato e uma força de fricção ou atrito que é paralela à superfície de contato.

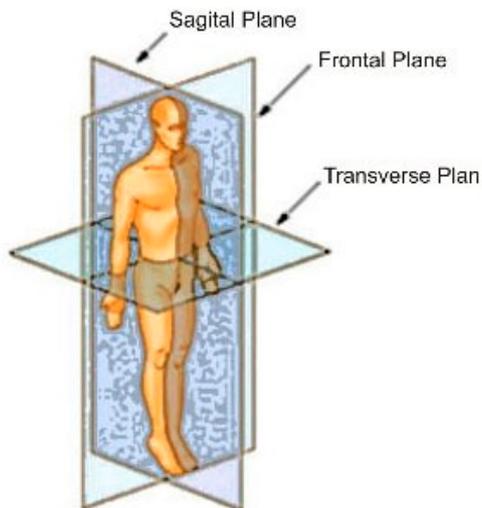
### PLANOS E EIXOS

Planos de ação são linhas fixas de referencia ao longo das quais o corpo se divide. Há 3 planos e cada um está em ângulo reto ou perpendicular com dois planos.

O plano frontal passa através do corpo de lado a lado, dividindo-o em frente e costa. É também chamado plano coronal. Os movimentos que ocorrem neste plano são abdução e adução.

O plano sagital passa através do corpo da frente para trás e o divide em direita e esquerda. Pode-se pensar nele como uma parede vertical cuja extremidade se move. Os movimentos que ocorrem neste plano são flexão e extensão.

O plano transversal passa horizontalmente pelo corpo e o divide em parte superior e inferior. É também chamado plano horizontal. Neste plano, ocorre a rotação.



Sempre que um plano passa pela linha média de uma parte, esteja ela no plano sagital, frontal ou transverso, está se referindo ao plano cardinal, porque divide o corpo em partes iguais. O ponto onde os três planos cardinais se encontram é o centro de gravidade. No corpo humano este ponto é, na linha média, mais ou menos ao nível da segunda vértebra sacra, ligeiramente anterior a ela.

Os eixos são pontos que atravessam o centro de uma articulação em torno da qual uma parte gira. O eixo sagital é um ponto que percorre a articulação de frente para trás. O eixo frontal vai de lado a lado e o eixo vertical, também chamado longitudinal, vai da parte superior à inferior.

O movimento articular ocorre em torno de um eixo que está sempre perpendicular a um plano. Outro modo de se descrever este movimento articular, é que ele ocorre sempre no mesmo plano e em torno do mesmo eixo. Por exemplo, flexão/extensão ocorrerá sempre no plano sagital em torno do eixo frontal e a adução em torno do eixo sagital. Movimentos semelhantes como o desvio radial e ulnar do punho também ocorrerão no plano frontal em torno do eixo sagital.

## ANOTAÇÕES

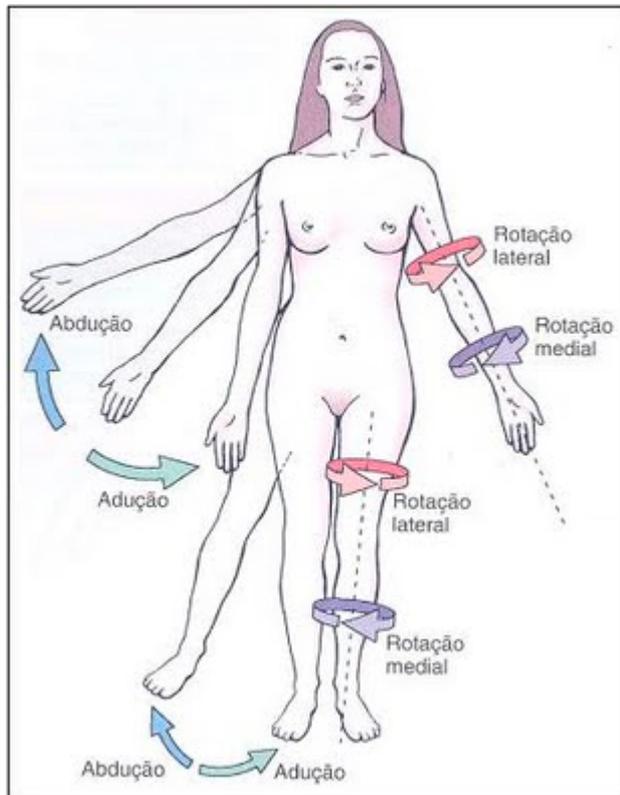
## TIPOS DE MOVIMENTO

Movimento linear, também chamado movimento translatório, ocorre mais ou menos em uma linha reta, de um lugar para outro. Todas as partes do objeto percorrem a mesma distância, na mesma direção e ao mesmo tempo. Se este movimento ocorrer em linha reta é chamado movimento retilíneo. Se este movimento ocorre numa linha reta mas em uma forma curva, é chamado curvilíneo.

O movimento de um objeto em torno de um ponto fixo é chamado movimento angular, também conhecido como movimento rotatório. Todas as partes do objeto movem-se num mesmo ângulo, na mesma direção, ao mesmo tempo. Elas não percorrem a mesma distância.

Falando de um modo geral, a maioria dos movimentos do corpo é angular, enquanto os movimentos feitos fora da superfície corporal tendem a ser lineares. Exceções podem ser encontradas. Por exemplo, o movimento da escápula em elevação/depressão e pronação/retração é essencialmente linear. Todavia, o movimento da clavícula, que é fixada à escápula, é angular e realizado através da articulação extraclavicular.

## MOVIMENTOS ARTICULARES



As articulações movem-se em direções diferentes. O movimento ocorre em torno de um eixo e de um plano. Os termos a seguir são usados para descrever os vários movimentos que ocorrem numa articulação

sinovial. A articulação sinovial é uma articulação móvel livre, onde a maioria dos movimentos articulares ocorrem.

- Flexão: é o movimento de dobra de um osso sobre o outro causando uma diminuição do ângulo da articulação.

- Extensão: é o movimento que ocorre inversamente à flexão. É o endireitamento de um osso sobre o outro, causando aumento do ângulo de articulação. O movimento, geralmente, traz uma parte do corpo à sua posição anatômica após esta ser flexionada. A hiperextensão é a continuação da extensão, além da posição anatômica.

- Abdução: é o movimento para longe da linha média do corpo e adução é o movimento de aproximação da linha média do corpo. As exceções a esta definição de linha média são os dedos e os artelhos, onde o ponto de referência para os dedos é o dedo médio. O movimento para longe do dedo médio abduz, mas aduz somente como um movimento de volta da adução. O ponto de referência dos artelhos é o segundo artelho. Semelhante ao dedo médio, o segundo artelho abduz da direita para a esquerda, mas não abduz a não ser como movimento de volta da adução.

- Circundução: é a combinação de todos esses movimentos numa seqüência em que a parte da extremidade faz um grande círculo no ar, enquanto as partes próximas à extremidade proximal fazem um círculo pequeno.

- Rotação: é o movimento de um osso ou parte dele em torno de seu eixo longitudinal. Se a superfície anterior se move em direção à linha média, é chamado medial ou rotação interna. Se a superfície anterior se movimenta para longe da linha média, este movimento é chamado rotação lateral ou externa. Alguns termos são usados para descrever movimentos específicos de certas articulações, como:

- Pronação: é o movimento ao longo de um plano paralelo ao solo e para longe da linha média e retração é o movimento no mesmo plano em direção à linha média. Ainda existem alguns termos como desvio ulnar e radial, para se referir à adução e abdução do punho.

- Inclinação lateral: quando se refere ao tronco que se move para a direita ou para a esquerda.

## TIPOS DE CONTRAÇÕES MUSCULARES

Há três tipos básicos de contrações musculares:

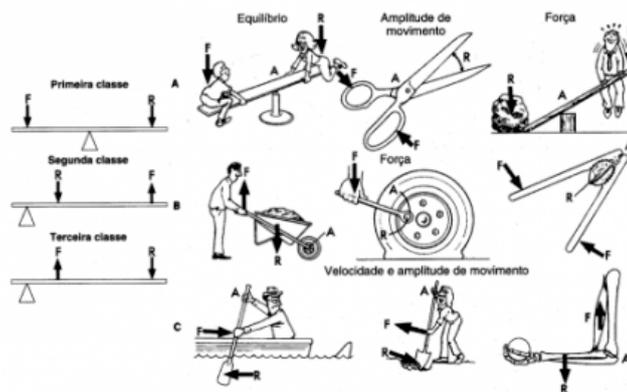
- Isométrica;
- Isotônica concêntrica; e
- Isotônica excêntrica.

## CONTRAÇÃO ISOMETICA

Uma contração isométrica ocorre quando o músculo se contrai, produzindo força sem mudar o seu comprimento. O músculo se contrai mas nenhum movimento ocorre. O ângulo da articulação muda.

Uma contração isotônica pode ser dividida em concêntrica e excêntrica. Uma contração concêntrica ocorre quando há movimento articular, o músculo diminui e as fixações musculares se movem em direção uma da outra.

Uma contração excêntrica ocorre quando há movimento articular, mas o músculo parece alongar, quer dizer, as extremidades se distanciam.



### CONTRAÇÕES CONCÊNTRICAS

- 1- Fixações musculares se movem juntas, em direção uma da outra.
- 2- O movimento se faz contra a gravidade.
- 3- Se o movimento acontece com gravidade, o músculo está usando uma força maior do que a força da gravidade.

### CONTRAÇÕES EXCÊNTRICAS

- 1- As fixações musculares se movem para longe uma da outra.
- 2- O movimento ocorre com gravidade.

### SISTEMA DE ALAVANCAS

Uma alavanca é uma barra rígida que gira em torno de um ponto fixo quando uma força é aplicada para vencer a resistência.

Uma quantidade maior de força ou um braço de alavanca mais longo aumentam o movimento de força.

Há três classes de alavancas, cada uma com uma função e uma vantagem mecânica diferente.

Diferentes tipos de alavancas também podem ser encontradas no corpo humano. No corpo humano, a força que faz com que a alavanca se mova, na maioria das vezes é muscular. A resistência que deve ser vencida para que o movimento ocorra, inclui o peso da parte a ser movida, gravidade ou peso externo. A disposição do eixo em relação à força e a resistência vão determinar o tipo de alavanca.

### CLASSE DAS ALAVANCAS

#### Alavanca de Primeira Classe

O eixo (E) está localizado entre a força (F) e a resistência (R).

#### Alavanca de Segunda Classe

O eixo (E) em uma das extremidades, a resistência (R) no meio e a força (F) na outra extremidade.

#### Alavanca de Terceira Classe

Tem o eixo numa das extremidades, a força no meio, a resistência na extremidade oposta.

A alavanca de 3ª classe é a mais comum das alavancas do corpo. Sua vantagem é a extensão do movimento.

### TORQUE

Se for exercida uma força sobre um corpo que possa girar em torno de um ponto central, diz-se que a força gera um torque. Como o corpo humano se move por uma série de rotações de seus segmentos, a quantidade de torque que um músculo desenvolve é uma medida muito proveitosa de seu efeito.

Para empregar o valioso conceito de torque, devem-se compreender os fatores relacionados à sua magnitude e as técnicas para seu cálculo. A magnitude de um torque está claramente relacionada à magnitude da força que o está gerando, mas um fator adicional é a direção da força em relação à posição do ponto central. A distância perpendicular do pivô à linha de ação da força é conhecida como braço de alavanca da força. Um método para calcular o torque é multiplicar a força (F) que gerou pelo braço de alavanca (d).

$$T = F \times d$$

## CADEIA CINÉTICA

É o estudo das forças que produzem ou afetam o movimento.

As leis desenvolvidas por Newton formam a base para o estudo da cinemática.



### PRIMEIRA LEI DE NEWTON

A força tem sido definida como uma entidade que acelera um objeto (implica em movimento). A aceleração, seja positiva ou negativa, de um objeto, é a rapidez com que muda de velocidade, que é produzida por uma ou mais forças.

Esta é a lei da Inércia, que afirma que um objeto permanece em seu estado existente de movimento a menos que sofra a ação de uma força externa. Assim, um objeto estacionário não começará a se mover, a menos que uma força externa aja sobre ele, e um objeto em movimento permanecerá em movimento, na mesma velocidade e direção.

### SEGUNDA LEI DE NEWTON

A segunda lei de Newton é a lei da aceleração. Afirma que quando uma força externa age sobre um objeto, o objeto muda sua velocidade ou acelera-se em proporção direta à força aplicada. O objeto irá também acelerar em proporção inversa à sua massa. Assim, a massa tende a resistir à aceleração. A fórmula bem conhecida como:  $F = m \cdot a$  é válida para objetos que se movem em translação ou linearmente.

### TERCEIRA LEI DE NEWTON

A gravidade é uma força externa que sempre age sobre um objeto sobre a terra. Para equilibrar essa força crescente, uma segunda força externa precisa

Técnico em Massoterapia – Biomecânica e Cinesiologia

ser introduzida.

Um objeto apoiado sobre uma mesa recebe ação de pelo menos duas forças: a da gravidade e a força exercida pela mesa.

Assim, na medida em que o objeto sobre a mesa sofre ação da tração da gravidade, a mesa reage à força da gravidade com uma força igual e oposta.

### TRABALHO E ENERGIA

Quando a força de um objeto está relacionada com a localização do objeto, os princípios de trabalho e energia se tornam importantes. Em mecânica, o trabalho refere-se ao produto de forças exercidas sobre um objeto e o deslocamento do objeto paralelo ao componente de força de resistência do objeto.

Trabalho (W) = Força (F) x Distância (d).

O trabalho é realizado na medida em que a força vence uma resistência e move o objeto em uma direção paralela ao componente de força de resistência.

Energia é a capacidade de fazer trabalho. Existem muitas formas de energia, dentre elas a energia mecânica e o calor. O calor é geralmente considerado subproduto de outras formas de energia ou resulta quando uma forma de energia se transforma em outra. Um aumento de calor ocorre quando moléculas de área aquecida aumentam sua quantidade de movimento.

A energia mecânica pode ser dividida em dois tipos: energia potencial e cinética. A energia potencial é a energia armazenada. Possui o potencial para ser liberada e tornar-se energia cinética, que é a energia de movimento.

### ANOTAÇÕES

## A MARCHA

"No primeiro ano de vida, há estreita relação entre as funções que aparecem e desaparecem e a evolução estrutural do sistema nervoso central. É fora de discussão que as funções mais elementares de sistemas mais primitivos vão sendo paulatinamente inibidas pelos sistemas hierarquicamente superiores (Jackson, J.)".

Compreendemos que a marcha na criança está além do desenvolvimento motor, mas unido a este encontramos as sensações experimentadas pelo bebê no decorrer do primeiro ano de vida como sendo de imensa importância para o deambular, assim como para fazê-lo de forma correta.

A postura do bebê deve ser vista e analisada do ponto de vista funcional e as compensações antálgicas que surjam devem ser corrigidas o mais precocemente possível.

O bebê começa a deambular entre os doze e quatorze meses iniciais da sua vida, porém isso dependerá, e muito, das experiências que ele vivenciará nesta fase.

### OS PRIMEIROS PASSOS:

Na verdade observamos os primeiros passos do bebê como sendo através do reflexo de apoio plantar (RAP) e marcha reflexa. Este teste neurológico serve para avaliar a maturidade a nível medular no bebê. Estes reflexos devem estar presentes até o segundo mês de vida.

Em torno dos nove meses de idade o bebê começa a ficar de pé com apoio, na verdade é nesta fase que o bebê começa a equilibrar-se na posição osteostática e assim se preparar para o início da marcha.

Depois dessa fase o bebê começa a experimentar o ficar de pé sem auxílio de um apoio; esta postura intermediária entre o começo da fase de equilíbrio e a marcha é quando o centro de gravidade começa a se ajustar para os primeiros passos.

**Marcha com apoio:** Uma vez atingida a posição de pé, tendo as mãos apoiadas, a criança dá passos com a base de sustentação muito alargada.

Apesar de começar a deambulação, a criança ainda utiliza o engatinhar para explorar o meio à sua volta.

**Marcha sem apoio:** Nesta fase a criança deambula, sem apoio das mãos, com a base de sustentação ainda muito alargada e muita instabilidade de equilíbrio.

O apoio plantar é feito basicamente pelo bordo medial dos pés e calcâneo. Em geral durante a marcha, atitude dos membros superiores, e de abdução das escapuloumerais, flexão dos cotovelos,

a fim de auxiliar no equilíbrio do corpo ao deslocar-se.

Somente quando a criança começa a andar é que aparecem as reações de equilíbrio na posição de pé.

Chamamos de alteração nesta fase a criança que ao deambular o faça com apoio, se andar nas pontas dos pés ou se claudicar.

O colocar a criança de pé, mesmo com apoio precocemente, pode levar a sérios danos a coluna espinhal, assim como deformidades nos joelhos que irão interferir na marcha.

### A MARCHA:

A terminologia marcha é descrita como referência às atividades de um membro. A maior unidade empregada à marcha é chamada de ciclo da marcha. No ato normal de caminhar, um ciclo de marcha começa quando o calcanhar do membro de referência contacta a superfície de sustentação, e este ciclo termina quando o calcanhar do mesmo membro contacta novamente o solo.

O ciclo da marcha divide-se em duas fases: a primeira de apoio e balanço e a segunda de dupla sustentação. Na marcha normal a fase de apoio constitui 60% do ciclo da marcha e é definida como o intervalo em que o pé do membro de referência está em apoio com o solo; a fase de balanço constitui 40% do ciclo da marcha, e é onde o membro de referência não contacta o solo. A dupla sustentação refere-se aos dois intervalos num ciclo da marcha em que o peso corporal está sendo transferido de um pé para o outro, e ambos os pés estão em contato com o solo, ao mesmo tempo.

### DETERMINANTES DA MARCHA:

Durante um ciclo completo, o centro de gravidade é deslocado duas vezes em seu eixo vertical. O pico se dá durante o meio da postura na fase estática quando a perna sustentadora de peso está vertical e seu ponto mais baixo quando as duas pernas estão sustentando peso com posição de apoiar o calcanhar e a outra em ponta de dedos.

**Rotação e inclinação pélvica:** A rotação pélvica visa diminuir a ondulação vertical, na qual a pelve oscila sobre um eixo da coluna lombar. O grau de compensação da pelve durante o passo também diminui o ângulo entre a pelve e a coxa e a perna e o solo. Por outro lado, a inclinação pélvica é uma queda da pelve do lado do balanceio. A perna de apoio está aduzida e a perna em movimento levemente aduzida, e fletida no quadril e joelho para se erguer do solo.

**Flexão do joelho na fase de apoio:** O joelho

durante a fase de apoio está completamente estendido quando o calcanhar toca o solo, o que inicia a fase de apoio para a perna. Quando o corpo se desloca sobre o seu centro de gravidade o joelho flete, o corpo passa sobre o pé e o joelho gradualmente reestende até a extensão total no fim da fase de apoio.

O movimento conjugado entre o joelho e o tornozelo relaciona-se com a ondulação da pelve. No apoio do calcanhar, o tornozelo promove 90° de dorsiflexão e gradualmente flete em sentido plantar para se aplanar no solo quando o corpo se aproxima do centro de gravidade.

#### A ATIVIDADE MUSCULAR NA MARCHA:

Os músculos acionadores, estabilizadores e desaceleradores possuem um papel de grande importância para a realização da marcha.

Os músculos eretores da espinha elevam a pelve e os glúteos estabilizam o quadril, durante o desvio lateral da pelve. Os flexores do quadril iniciam a fase de movimento ocasionando um pêndulo nos músculos da coxa e perna.

O quadríceps exerce uma grande atividade muscular durante a marcha, assim como os abdominais, isquios-tibiais, gastrocnêmios, solear, psoas, piramidal, quadrado lombar.

Podemos observar que todos os músculos, até de cadeias musculares mais distantes, são solidários para a realização da marcha, e mais, que o estado psicossocial do indivíduo altera a marcha.

Observamos que um ato tão mecânico, e aparentemente simples, é tão complexo e envolve tantas articulações, músculos, centro de gravidade, equilíbrio, sistema nervoso central e periférico, e mesmo assim conseguimos realizar a marcha, na maioria das vezes, no primeiro ano de vida.

Durante muito tempo se pensou que quanto mais cedo o bebê ficasse de pé e treinasse a marcha, mais rápido e eficaz esta seria. Hoje sabemos que a deambulação necessita de todo um aprendizado, desde o nascimento até a maturação dos sentidos e sentimentos, e que as experiências que o bebê necessita vão além de colocá-lo de pé, mais de respeito a sua maturação, tempo para estimulá-lo visualmente, tátil e fazê-lo querer experimentar o mundo.

O caminhar é mais amplo do que o simples fato de conseguir dar alguns passos. É fazê-lo em direção ao bem estar, a segurança de fazê-lo sem medo do futuro, mais na confiança de que existe alguém capaz de ampará-lo no caso dele vir a tropeçar.

#### ANOTAÇÕES

## OMBRO



### CONSIDERAÇÕES ANATÔMICAS

A mobilidade desfrutada pelo membro superior advém em parte das estruturas conhecidas como o cingulo do membro superior e articulação do ombro ou, mais precisamente, articulação glenoumeral. É através dessa unidade funcional que o braço, antebraço, punho e mão são conectados ao esqueleto axial e por controle dessa unidade é que o úmero pode ser posicionado. Embora estruturalmente separados, o cingulo do membro superior e a articulação glenoumeral são funcionalmente inseparáveis.

Os componentes esqueléticos do cingulo do membro superior incluem duas clavículas, duas escápulas e o esterno. Estes ossos são responsáveis pela transmissão de forças dos membros superiores para o corpo. Esta transmissão de força segue, necessariamente, um caminho definido pelas articulações associadas ao cingulo do membro superior. O cingulo é considerado um sistema mecânico aberto - isto é, os lados esquerdo e direito não são conectados diretamente e, portanto, podem mover-se de modo independente. A fixação indireta entre os lados esquerdo e direito é através do manúbrio do esterno. As escápulas não são ligadas entre si ou à coluna vertebral, embora se considere que existe uma conexão ou articulação precária entre a face anterior de cada escápula (fossa subescapular) e os tecidos que estão entre ela e as costelas. Esta é geralmente denominada articulação escapulotorácica.

O ponto de fixação das escápulas às clavículas é a articulação acromioclavicular. Esta é uma articulação plana que, além de ser estabilizada pelos ligamentos capsulares, é auxiliada por duas estruturas ligamentosas importantes, os ligamentos acromioclavicular e coracoclavicular. A exemplo de muitas estruturas anatômicas, a denominação

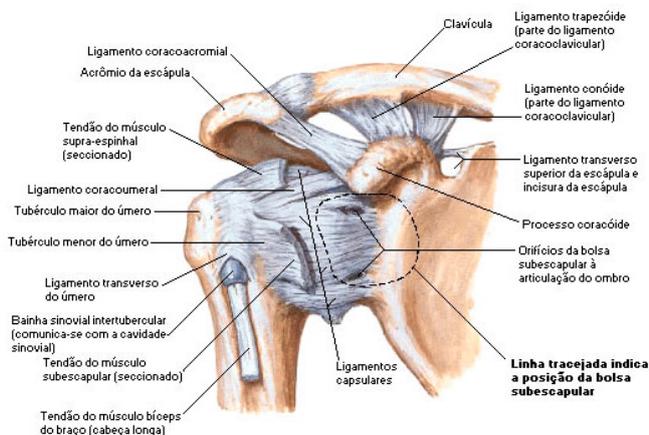
sugere claramente sua localização. O ligamento acromioclavicular serve para fortalecer, na frente, a articulação acromioclavicular, anaxial; o ligamento coracoclavicular, que conecta a escápula com o processo coracóide, fornece a principal proteção à articulação. Esse ligamento é composto de duas estruturas, os ligamentos conóide e trapezóide, que seguem da face superior do processo coracóide para a face inferior da clavícula.

A articulação esternoclavicular (plana) dupla, triaxial, funciona em todos os movimentos do cingulo do membro superior. Embora dupla, a articulação esternoclavicular funciona como uma articulação esferóide triaxial porque a clavícula se articula com o manúbrio do esterno e também com a primeira costela. A clavícula, atuando como uma escora ou braço mecânico, mantém a articulação glenoumeral em sua distância correta do esterno. As faces articulares das extremidades esternais das clavículas não são moldadas anatomicamente ao ponto esternal de fixação. Um disco articular aumenta o grau de ajuste e também atua como um amortecedor de choques para as forças transmitidas da região do ombro e ajuda a prevenir luxação da articulação. O disco é fixado à clavícula e à primeira cartilagem costal. A articulação esternoclavicular também é protegida de deslocamento excessivo pelo ligamento costoclavicular, que segue da face superior medial da primeira costela à face inferior medial da clavícula.

A articulação glenoumeral consiste numa cabeça do úmero quase hemisférica e numa cavidade glenóide relativamente rasa na margem lateral da escápula. O lábio glenoidal é uma estrutura na margem lateral da escápula. O lábio glenoidal é uma estrutura fibrosa que reveste o perímetro da cavidade glenóide e serve, essencialmente, para aprofundar a articulação e desse modo aumentar sua estabilidade. A extrema mobilidade da articulação glenoumeral é alcançada em sacrifício direto da estabilidade, ou resistência ao deslocamento. A cápsula articular, que circunda completamente a articulação, não é uma estrutura rígida e permite uma separação significativa das faces articulares durante o movimento umeral anterior e inferior. A cápsula se fixa ao colo do úmero abaixo e a margem óssea da cavidade glenóide acima. Estruturalmente, a articulação é protegida, acima, pelo arco coracoacromial, formado pelo processo coracóide, acrómio e ligamento coracoacromial, que atravessa a distância entre estas duas protuberâncias. Outros ligamentos, embora não mantenham as faces articulares em aposição, protegem a articulação de um deslocamento. O ligamento coracoumeral segue do processo coracóide à face anterior do tubérculo maior e serve para fortalecer a cápsula articular. Os ligamentos glenoumerais (superior, médio, inferior) também são encontrados na parte anterior da articulação e constituem parte da cápsula articular.

Embora difíceis de identificar como ligamentos individuais, eles seguem da cavidade glenóide ao tubérculo menor e colo anatômico do úmero.

### FISIOLOGIA DO OMBRO



### Amplitude

- Extensão do ombro - 45° a 50°
- Flexão do ombro - 180° (amplitude total do ombro)
- Rotação interna do ombro - 95° (ultrapassa um pouco 90°)
- Rotação externa do ombro - 80° (não atinge 90°)

Abdução e adução a partir da posição da referência = 3 estágios

- Abdução de amplitude 60°
- Abdução de amplitude 120°
- Abdução de amplitude 180°

Adução amplitude muito fraca

Adução atinge amplitude de 30° a 45°

### Amplitude e músculos envolvidos

- Anteposição (proteção)

- Peitoral maior
- Peitoral menor
- Serrátil anterior

- Retroposição (retração)

- Rombóide
- Trapézio
- Grande dorsal

Obs.: A amplitude de anteposição é maior que a da retroposição.

- Abdução de 90° no plano frontal

Músculo deltóide

Músculo supra-renal

Músculo trapézio

- Antepulsão + adução anterior = 140°

Músculo "deltóide (feixe clavícula)"

Músculo "sub escapular"

Músculo "peitoral maior"

Músculo "peitoral menor"

Músculo "serrátil anterior"

- Retropulsão + adução posterior + 30°

Músculo "deltóide"

Músculo "infra espinhal"

Músculo "redondo maior"

Músculo "redondo menor"

Músculo "rombóide"

Músculo "trapézio"

Músculo "grande dorsal"

- Cintura escapular

A cintura escapular consiste de dois pares de ossos:

1 clavícula de cada lado

1 escápula de cada lado

### ARTICULAÇÕES

**Articulação esternoclavicular** - é a que se dá entre a ponta medial da clavícula e o manúbrio do esterno. É uma articulação sinovial em sela. Há um disco cartilaginoso entre as duas faces, que ajuda a articulação a mover-se melhor, reduzindo a incongruência das superfícies e absorvendo o choque transmitido através do membro superior para o esqueleto axial (D.1).

**Articulação acromioclavicular** - é uma pequena articulação sinovial entre a ponta lateral da clavícula e o processo acromial da escápula (D.2).

**Articulação glenoumeral** - é a função entre a cabeça do úmero e a cavidade glenóide. É uma articulação sinovial, esferóide e multiaxial. É a frouxidão da cápsula que permite que a articulação possua uma grande amplitude de movimento mas a faz vulnerável a luxações (D.1).

**Articulação coracoclavicular** - é onde a superfície inferior da clavícula passa na proximidade do processo coracóide da escápula. A forte união desta articulação fibrosa garante que a escápula e a

clavícula movam-se como uma unidade e também ajuda a transferir o choque do membro superior a forte extremidade medial da clavícula.

#### LIGAMENTOS

ligamento interclavicular

ligamento costoclavicular

ligamento acromioclavicular

ligamento conóide

ligamento trapezóide

ligamento capsular

ligamento transversoumeral

ligamento glenoumeral

#### MÚSCULOS ENVOLVIDOS NA ROTAÇÃO INTERNA (MEDIAL) E EXTERNA (LATERAL) DO OMBRO

- Músculo subescapular - Rotação interna medial II

Movimento acessório:

Adução fraca do úmero

- Músculo peitoral maior - Adução horizontal do ombro II

Movimento acessório:

Flexão do úmero

Rotação mediana interna do úmero

- Músculo grande dorsal - Extensão do ombro II

Movimento acessório:

Adução do úmero

Adução horizontal

Rotação medial

- Músculo redondo maior - Extensão do ombro II

Movimento acessório:

Adução do úmero

Rotação medial (interna)

- Músculo infra espinhal - Rotação externa lateral do úmero II

Movimento acessório:

Extensão do ombro

Abdução horizontal do úmero

- Músculo redondo menor - Rotação externa lateral do úmero II

Movimento acessório:

Extensão fraca do ombro

Adução do ombro

#### MÚSCULOS ENVOLVIDOS NOS MOVIMENTOS ESCAPULARES

- Músculo trapézio (fibras superiores) - Elevação da escápula II

Movimento acessório:

Extensão do pescoço

- Músculo elevador da escápula - Elevação da escápula

- Músculo trapézio (fibras inferiores) - Depressão da escápula II

Movimento acessório:

Adução da escápula

- Músculo serrátil anterior - Abdução da escápula

Movimento acessório:

Rotação para cima da escápula

- Músculo peitoral menor - Abdução da escápula

Movimento acessório:

Rotação para baixo da escápula

#### MÚSCULOS ENVOLVIDOS NA FLEXÃO E EXTENSÃO DO OMBRO

- Músculo deltóide anterior - Faz flexão do ombro II

Movimento acessório:

Adução horizontal

Rotação medial

Abdução do ombro

- Músculo coracobraquial - Faz flexão do ombro

- Músculo grande dorsal - Extensão do ombro II

Movimento acessório:

Adução do úmero  
 Adução horizontal  
 Rotação medial (interna)

- Músculo redondo maior - Faz extensão do ombro II

Movimento acessório:

Adução do úmero  
 Rotação medial (interna)

- Músculo deltóide superior - Faz extensão do ombro II

Movimento acessório:

Abdução horizontal  
 Rotação lateral externa

#### MÚSCULOS ENVOLVIDOS NA ABDUÇÃO E ADUÇÃO DO OMBRO

- Músculo medial - faz abdução do ombro
- Músculo supra-espinhal - inicia a abdução do úmero
- Músculo trapézio (fibras mediais) - adução da escápula
- Músculo rombóide maior e menor - adução da escápula II

Movimento acessório:

rotação da escápula para baixo

#### MÚSCULOS ENVOLVIDOS NA ADUÇÃO E ABDUÇÃO HORIZONTAL DO OMBRO

- Músculo deltóide posterior - abdução horizontal do ombro
- Músculo peitoral maior - abdução horizontal do ombro II

Movimento acessório:

flexão do úmero  
 rotação medial interna do úmero

#### OS MOVIMENTOS DA ESCÁPULA

- Elevação - elevador da escápula e trapézio (parte posterior)
- Abaixamento - peitoral menor, trapézio inferior, serrátil anterior e posterior
- Abdução da escápula (para frente) - serrátil anterior

- Adução da escápula (para trás) - rombóide e trapézio

#### MÚSCULOS QUE COMPÕEM O "MANGUITO ROTADOR"

O manguito rotador é uma convergência de todos, semelhante a um capuz; são músculos superiores que possuem a função de manter firme a cabeça do úmero junto à cavidade glenóide; são eles:

- Músculo infra-espinhal - faz a adução do braço e é fraco rotador lateral e flexor.
- Músculo supra-espinhal - gira lateralmente, faz abdução (parte posterior), adução (parte inferior).
- Músculo redondo menor - gira lateral e faz adução do braço.
- Músculo subescapular - faz giro medial do braço, flexão e extensão do braço, adução e abdução.

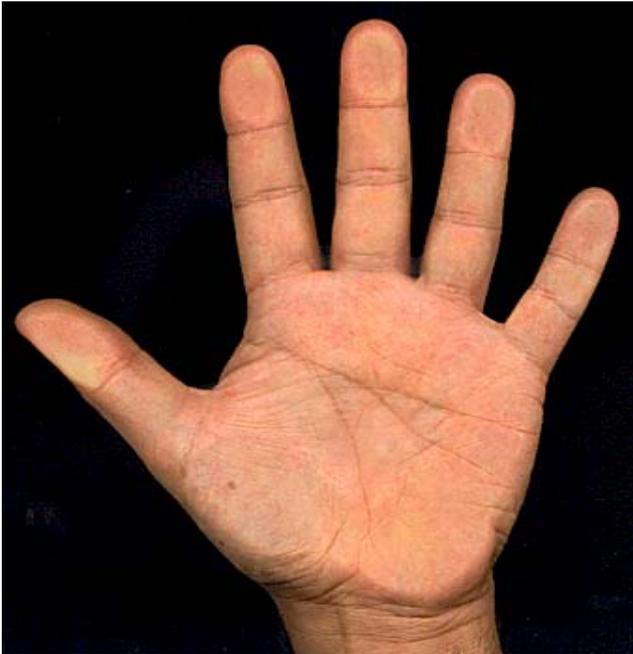
#### MÚSCULOS QUE LIGAM O OMBRO AO BRAÇO E SUAS FUNÇÕES

- Músculo deltóide - faz abdução do braço, é a parte clavicular e adjacente ao acrômio, flexionam o braço. As partes espinhais e adjacentes das porções acromiais estendem o braço medialmente, a porção dorsal e gira lateralmente o braço.
- Músculo coracobraquial - faz flexão do braço e do antebraço, e faz supinação da mão.
- Músculo tríceps braquial - porção longa, aduz o braço.
- Músculo infra-espinhal - faz adução do braço, é fraco rotador lateral e flexor.
- Músculo supra-espinhal - gira lateralmente, faz abdução (parte posterior) e adução (parte inferior).
- Músculo redondo menor - gira lateral e faz adução do braço.
- Músculo redondo maior - adução, extensão e giro medial do braço.
- Músculo subescapular - giro medial do braço e flexão, extensão do braço, adução e abdução.

## RESUMO DOS MÚSCULOS ENVOLVIDOS NOS MOVIMENTOS DO OMBRO E DA CINTURA ESCAPULAR

<b>Movimentos Anatômicos</b>	<b>Músculos Atuantes Primários</b>	<b>Músculos Atuantes Assistentes</b>
<b>Flexão</b>	Deltóide anterior Peitoral menor (clavícula)	Bíceps braquial (cabeça curta) Coracobraquial Subescapular
<b>Extensão</b>	Grande dorsal Redondo maior	Tríceps braquial Deltóide posterior
<b>Abdução</b>	Deltóide medial Supra-espinhal	Peitoral maior Deltóide anterior Bíceps braquial
<b>Adução</b>	Peitoral maior Grande dorsal Redondo maior	Bíceps braquial Tríceps braquial Coracobraquial Subescapular
<b>Adução horizontal</b>	Deltóide anterior Peitoral maior Coracobraquial	Bíceps braquial
<b>Abdução horizontal</b>	Deltóide médio Deltóide posterior Infra-espinhal Redondo menor	Supra-espinhal Grande dorsal Redondo maior
<b>Rotação interna</b>	Subescapular Redondo maior	Deltóide anterior Peitoral menor Bíceps braquial
<b>Rotação externa</b>	Infra-espinhal Redondo menor	Deltóide posterior
<b>Elevação da escápula</b>	Trapézio Elevador da escápula Rombóide	
<b>Depressão da escápula</b>	Trapézio Peitoral menor	Grande dorsal
<b>Abdução e rotação para cima da escápula</b>	Serrátil anterior Trapézio	Elevador da escápula
<b>Abdução e rotação para cima da escápula</b>	Rombóide Peitoral menor	

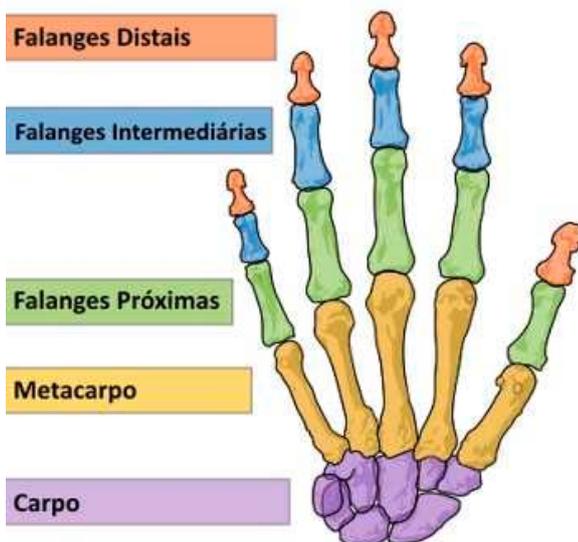
## PUNHO E MÃO



### CONSIDERAÇÕES ANATÔMICAS

Todos os elos que compõem o membro superior podem, em última análise, ser relacionados ao asseguramento da função de movimentos especializados da mão. Tarefas motoras finas, como as executadas por um neurocirurgião, são realizadas com a mesma estrutura anatômica usada por um carateca para partir fibras de madeira e tijolos, uma tarefa grosseira cujo principal requisito é a transmissão de força.

A mão é composta de 27 ossos e mais de 20 articulações. Os ossos, divididos em três grupos, são os oito carpais, cinco metacarpais e três fileiras de falanges.



Os ossos do carpo, classificados como irregulares, são o escafoide, semilunar, piramidal e piriforme, trapezóide, trapézio, capitato e uncinado. Os cinco ossos do metacarpo têm uma base proximal, um corpo e uma cabeça distal. As três fileiras de falange são as fileiras proximal, média e distal. O polegar não possui uma falange média.

O punho é constituído pelas articulações radiocárpica e intercárpicas. A primeira, uma articulação elipsóide, é formada pela extremidade distal do rádio, um disco articular e três dos quatro ossos na fileira proximal do carpo. A articulação radiocárpica é separada da fileira proximal de carpais por um disco articular fibrocartilágneo. Os três carpais envolvidos formam uma face convexa lisa que recebe a extremidade distal côncava do rádio e admite movimentos planares (anaxiais).

As articulações intercárpicas são divididas em três grupos: as articulações entre os ossos escafoide, semilunar, piramidal e isiforme; as articulações entre o capitato, uncinado, trapezóide e trapézio; e a articulação mediocárpica, entre as fileiras proximal e distal.

Os ligamentos da articulação radiocárpica incluem uma extensa cápsula articular e o radiocárpico palmar, radiocárpico dorsal, colateral ulnar do carpo e colateral radial do carpo. As articulações intercárpicas são sustentadas por uma complexa rede de ligamentos.

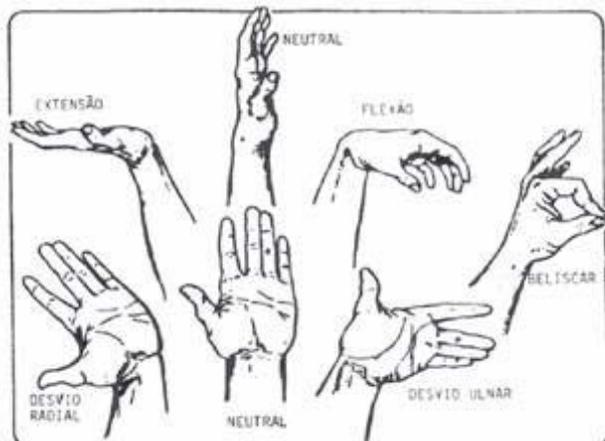
As articulações carpometacárpicas incluem as dos quatro dedos mediais e a do polegar. A articulação carpometacárpica do polegar é formada pela base do primeiro metacarpo e o trapézio. Contudo, as articulações carpometacárpicas dos quatro dedos mediais são sinoviais planas. A articulação carpometacárpica do polegar tem uma cápsula articular relativamente frouxa que é reforçada pelos ligamentos carpometacárpicos palmar (radial) e dorsal (anterior e oblíquo posterior) laterais do polegar. Os ligamentos das articulações carpometacárpicas são os carpometacárpicos dorsais, carpometacárpicos palmares e carpometacárpicos interósseos.

As extremidades distais dos metacarpais formam articulações elipsóides com as extremidades proximais das falanges proximais, as articulações metacarpofalângicas (MF).

### MOVIMENTOS ARTICULARES

A articulação radiocárpica produz circundução. A articulação permite todos os movimentos, exceto rotação em torno de seu eixo longitudinal. O movimento no plano frontal inclui a abdução, às vezes referida como desvio radial ou flexão radial, e adução, às vezes referida como desvio ulnar ou

flexão ulnar. No plano sagital, o punho se estende e se flete. A flexão faz com que a palma se aproxime da face do antebraço. O movimento das articulações intercárpicas é desprezível.



As articulações carpometacárpicas são de dois tipos: a do polegar é uma articulação selar, permitindo movimentos extensos e peculiares. As demais são do tipo plano. A segunda e terceira articulações carpometacárpicas não permitem praticamente nenhum movimento; a quinta e, até certo ponto, a quarta permitem uma leve flexão, movimento observado quando se põem as mãos em concha.

A articulação MF do polegar é uma articulação em dobradiça que admite apenas flexão e extensão. As outras quatro articulações MF são elipsóides, com capacidades de flexão-extensão e abdução-adução. A abdução geralmente é referida como desvio radial ou flexão radial e representa o movimento dos dedos para longe do dedo médio. O movimento inverso, adução, geralmente é denominado desvio ulnar ou flexão ulnar.

Todas as articulações IF são gínglimos que permitem apenas a flexão e a extensão. Estruturas ligamentosas previnem hiperextensão destas articulações

#### MÚSCULOS E MOVIMENTOS DO POLEGAR E OUTROS DEDOS

A flexão do punho é predominantemente uma função da ação sincrônica do flexor radial do carpo, flexor ulnar do carpo e flexor superficial dos dedos. Foi relatado que o flexor profundo dos dedos não exerce um papel na flexão do punho, embora sua posição sugira uma possível contribuição, assim como as posições do palmar longo e flexor longo do polegar. Esses músculos, juntamente com o pronador redondo, compõem o que é denominado grupo flexor superficial do antebraço.

Há três extensores principais do punho: extensor radial longo do carpo, extensor radial curto do carpo e extensor ulnar do carpo. Durante o cerramento do punho, o extensor radial longo do

carpo é muito ativo, ao passo que o extensor radial curto do carpo é quase inativo. Em virtude de sua posição, os extensores dos dedos, do dedo mínimo, longo do polegar e do indicador são considerados extensores auxiliares do punho. Um grupo extensor superficial do antebraço é composto pelos extensores radiais longo e curto do carpo, extensor dos dedos, extensor do dedo mínimo, extensor ulnar do carpo e os músculos da articulação do cotovelo braquiorradial e ancônio.

Os desvios radial e ulnar (abdução e adução) resultam da contração sinérgica de músculos que são responsáveis primariamente pela flexão e extensão do punho. A abdução resulta da contração do flexor e extensor radiais do carpo. O extensor dos dedos e flexor dos dedos são ativos e podem contrair-se com uma adução extrema do punho ou amplitude do movimento de abdução. A abdução pode ser auxiliada pelo grupo extensor profundo (abdutor longo do polegar, extensor curto do polegar, extensor longo do polegar, extensor do indicador e supinador) devido às suas linhas de tração.

Os músculos intrínsecos da mão são subdivididos em três grupos os do dedo polegar, encontrados no lado radial e responsáveis pela eminência tenar; os do dedo mínimo, encontrados no lado ulnar e responsáveis pela eminência hipotenar; e os no meio da mão e entre os metacarpais. Os pequenos músculos intrínsecos da mão estão associados aos movimentos dos dedos. Dividem-se em três grupos - os quatro lumbricais, os quatro interósseos dorsais e os três interósseos palmares. Os lumbricais se localizam na palma, e os interósseos, entre os metacarpais. Todos servem para fletir as falanges proximais e estender as falanges médias e distais. Três músculos atuantes apenas sobre o dedo mínimo, o abdutor do dedo mínimo, flexor curto do dedo mínimo e oponente do dedo mínimo, também são músculos intrínsecos da mão.

A flexão do polegar ocorre quando o primeiro metacarpal é movido transversalmente à palma: a extensão é o movimento de retomo. A abdução do polegar a partir da posição anatômica ocorre quando o primeiro metacarpal afasta-se do segundo num plano perpendicular ao da mão. A adução do polegar é o movimento de retorno. A oposição do polegar aos dedos é uma ação peculiar e crucial da mão humana e envolve uma combinação de abdução, circundução e rotação que traz a ponta do polegar para uma posição olhando para as pontas dos dedos, ou em oposição a elas.

Oito músculos atuam sobre o polegar, dos quais quatro são intrínsecos da mão. Os músculos extrínsecos são o extensor longo do polegar, extensor curto do polegar. Abdutor longo do polegar e flexor longo do polegar. Os quatro músculos intrínsecos, que se originam na eminência tenar, são o flexor curto do polegar, oponente do polegar,

abductor curto do polegar e adutor do polegar.

Os movimentos do polegar são função de complexas interações neuromusculares e mecânicas entre os músculos intrínsecos e extrínsecos. Uma medida da complexidade e, portanto, da importância do polegar à função normal da mão é refletida pelo fato de que o valor do polegar foi estimado entre 40 e 50% de toda a mão. A extensão das articulações do polegar está sob controle dos extensores longo e curto do polegar, que atuam nas falanges e metacarpais. O oponente do polegar e abductor curto do polegar são músculos tenares ativos durante a extensão do polegar. O flexor curto do polegar desempenha um importante papel no posicionamento do polegar sem carga próximo às pontas dos dedos, enquanto o flexor longo do polegar geralmente é inativo. Este, entretanto, parece fornecer a maior parte da força necessária para neutralizar cargas aplicadas ao polegar nessa posição, não importando se a falange distal está fletida ou estendida. O fator limitante na força da preensão pode de fato ser uma função da incapacidade de o polegar opor-se a cargas.

Para a adução do polegar contribuem o extensor longo do polegar, flexor longo do polegar, flexor curto do polegar e adutor do polegar. A contribuição do flexor e extensor longo do polegar é solicitada para trabalhar contra uma carga e, ao neutralizar as tendências dos outros músculos a fletir ou estender o polegar, propicia um torque de adução resultante.

Os músculos hipotenares, são o palmar curto, abductor do dedo mínimo, flexor curto do dedo mínimo e oponente do dedo mínimo.

Quando o polegar é suavemente colocado em oposição aos lados e pontas de cada um dos dedos mediais, os músculos tenares são mais ativos que os hipotenares. Dos músculos tenares, o oponente é o mais ativo e o flexor curto do polegar o menos ativo. O músculo hipotenar mais ativo é o oponente do dedo mínimo. À medida que a força de oposição aumenta, a atividade do flexor curto do polegar aumenta, tornando-se dominante.

Os dedos e seus movimentos exemplificam como o conhecimento do tipo de articulação e da direção da linha de tração dos músculos envolvidos não fornece todas as informações necessárias para determinar o movimento qualitativamente. A complexa expansão extensora, uma estrutura tendínea altamente especializada, é um importante determinante do movimento dos dedos.

Na posição lumbrical, os lumbricais e interósseos dorsais e palmares não podem simultaneamente fletir a articulação MF e estender as articulações IFP e IFD. Na posição em gancho, a contração dos flexores longos dos dedos é necessária à flexão das IFP e IFD mas também é acompanhada de um indesejável torque de flexão na MF. Para anular o torque contraproducente, o extensor dos dedos se

contraí, mas assim fazendo tende a causar extensão das IFP e IFD. Essas ineficiências aparentes podem ser explicadas pela natureza dos sistemas de alavancas e pela tensão passiva gerada por antagonistas alongados.

Os lumbricais e interósseos tendem a ser o sistema muscular dominante na articulação MF. Segundo, o extensor dos dedos domina a articulação MF quando os lumbricais não estão ativos. Terceiro, os flexores longos dominam as articulações IFP e IFD mesmo quando o extensor dos dedos está ativo.

Na posição lumbrical, os lumbricais e interósseos causam flexão da MF, que alonga o tendão do músculo extensor dos dedos e subseqüentemente causa extensão das articulações IFP e IFD. Na posição em gancho, o músculo extensor dos dedos e os flexores longos contribuem. O primeiro domina a articulação MF e os dois últimos dominam as articulações IFP e IFD. Na flexão completa, os flexores longos dominam as articulações MF, IFP e IFD, mas o estiramento imposto à expansão extensora deve ser aliviado por algum grau de extensão do punho ou, no mínimo, evitando-se a flexão do punho.

O movimento de preensão é geralmente considerado como a categoria de movimentos da mão nos quais a mão segura um objeto. Os movimentos de preensão são classificados como aperto de potência ou aperto de precisão. No primeiro, todos os músculos extrínsecos contribuem para a força. Os músculos interósseos e tenares são usados no aperto de potência, mas os lumbricais (excluindo o quarto) não são ativos.

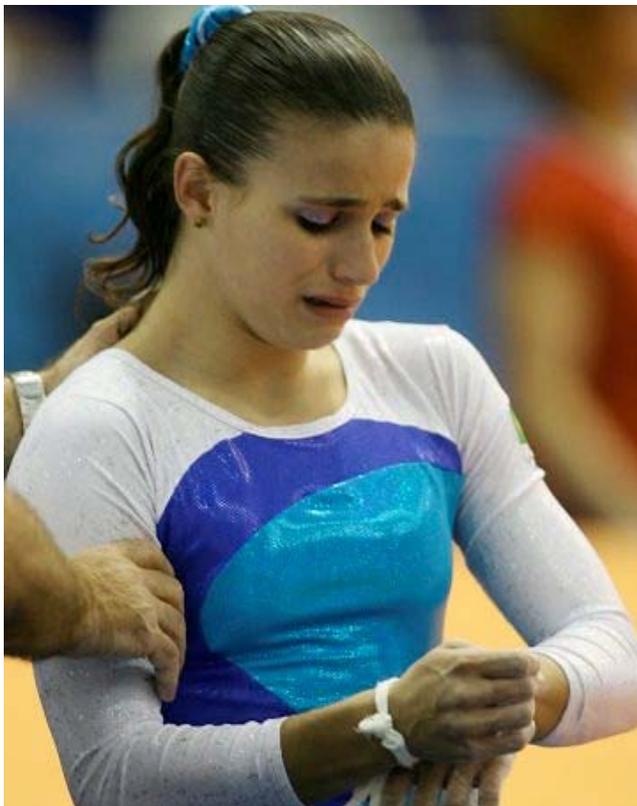
O movimento grosseiro e força compressiva necessários no aperto de precisão são proporcionados por músculos extrínsecos específicos. Os músculos intrínsecos, entretanto, fornecem as características de controle fino da preensão. Se um objeto precisa ser girado na mão, os interósseos são importantes para abduzir e/ou aduzir as articulações MF, e os lumbricais abduzem e/ou aduzem e giram a falange proximal. Os interósseos propiciam alterações delicadas na compressão, e o flexor curto do polegar oponente do polegar e abductor do polegar fornecem forças de adução transversalmente à palma.

#### CONSIDERAÇÕES MECÂNICAS DAS LESÕES DO PUNHO E MÃO

O traumatismo de várias regiões do membro superior proximais ao punho e mão freqüentemente resulta em disfunção distal. Três nervos do membro superior, o ulnar, o mediano e o radial, estão sujeitos a lesão e influenciam diretamente a função da mão. As lesões do cotovelo podem afetar o nervo ulnar quando este passa entre o epicôndilo medial e o elécrano, onde é coberto apenas por fásia e pele.

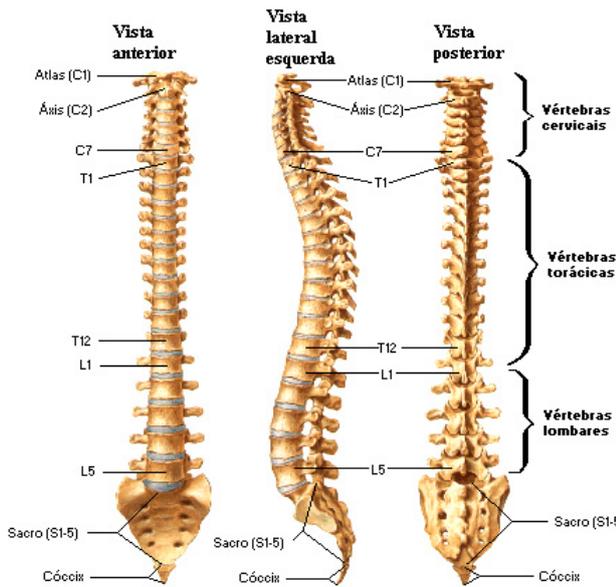
A abdução e adução dos dedos, exceto o polegar, e a flexão do quarto e quinto dedos são afetadas por uma lesão do nervo ulnar. O nervo mediano é o nervo para o lado radial do antebraço e mão. Um dos muitos ramos desse nervo supre a maioria dos músculos da eminência tenar, e a lesão do nervo pode afetar profundamente a função do polegar. O nervo radial supre os músculos extensores do braço e antebraço. Espiralando-se em volta do úmero a partir do plexo braquial, o nervo radial pode ser lesado em decorrência de lesões do complexo do ombro como luxações e fraturas, afetando assim o movimento no punho e na mão.

O canal do carpo é uma área relativamente constricta localizada na face anterior do punho através da qual passam os oito tendões flexores, o flexor longo do polegar e o nervo mediano. O canal é formado em três lados pelos ossos do carpo e no quarto lado pelo ligamento cárpico palmar. A síndrome do canal do carpo resulta de uma compressão que pode ser iniciada por micro ou macrotraumatismos, tenossinovite (inflamação de uma bainha tendínea) dos tendões flexores, fratura, ou luxação de qualquer um dos carpais. Basicamente, a tumefação do conteúdo do canal ou uma constrição do canal comprime o nervo mediano. Os resultados são uma gama de sintomas na distribuição do nervo mediano, desde formigamento dos dedos indicador e médio a atrofia dos músculos tenares.



ANOTAÇÕES

COLUNA VERTEBRAL



### CONSIDERAÇÕES ANATÔMICAS

A coluna vertebral é composta de 33 vértebras, das quais 24 se unem para formar uma coluna flexível. De cima para baixo, são classificadas como cervicais (C1 -C7), torácicas (T1-T12), lombares (L1-L5), sacrais (S1-S5) e quatro coccígeas. As vértebras sacrais e coccígeas são denominadas vértebras falsas porque no adulto são fundidas para formar o sacro e cóccix. As demais vértebras, cervicais, torácicas e lombares, são denominadas verdadeiras porque permanecem distintas por toda a vida.

O forame vertebral, através do qual passa a medula espinhal, é limitado na frente pelo corpo vertebral e atrás pelo arco vertebral. Este arco é formado por dois pedículos e lâminas. Os pedículos se originam do corpo vertebral, enquanto as lâminas se originam dos pedículos. Um processo espinhoso projeta-se para trás a partir de sua origem na junção das lâminas, e dois processos transversos projetam-se para trás e lateralmente a partir de sua origem nas junções dos pedículos e lâminas. Dois pares de processos articulares, superiores e inferiores, unem vértebras adjacentes. Os nervos espinhais em cada nível segmentar deixam a coluna vertebral através dos forames intervertebrais, que são limitados pelas incisuras vertebrais (superior e inferior) de vértebras contíguas.

A coluna vertebral é sustentada e protegida de forças em parte pelas estruturas articulares. Os dois tipos de articulações na coluna vertebral são sínteses cartilagueas e sinoviais planas. O primeiro tipo é encontrado ao longo da coluna vertebral do áxis ao sacro e composto de discos fibrocartilagueos entre os corpos de vértebras adjacentes. Estes discos são contíguos com camadas de cartilagem hialina nas faces inferiores e superiores dos corpos e são classificados como sínfises. Na região torácica, os discos têm uma espessura quase uniforme, enquanto nas áreas cervical e lombar são mais

espessos na frente, o que contribui para as curvas regionais.

Os discos intervertebrais são compostos de duas estruturas principais. O núcleo pulposos é uma massa semelhante a gel situada no centro do disco. É limitado por uma camada de fibrocartilagem resistente denominada anel fibroso.

Os discos degeneram-se com a idade em associação a uma redução em sua capacidade de ligar-se com água. Esta qualidade de ligação à água reduzida resulta em menor elasticidade, o que influencia a capacidade de armazenar energia e distribuir cargas e, portanto, a capacidade de resistir à colocação de cargas.

A outra articulação encontrada na coluna vertebral é a articulação sinovial entre os processos de vértebras adjacentes. As cápsulas dessas articulações são finas e bastante frouxas, fixando-se às margens dos processos articulares. A flexibilidade (a capacidade de uma articulação percorrer uma amplitude de movimento) da coluna vertebral está diretamente relacionada à orientação dessas articulações com referência umas às outras.

A sustentação ligamentosa da coluna vertebral provém de suas estruturas. O ligamento longitudinal anterior segue do áxis ao sacro ao longo das faces anteriores dos corpos das vértebras. Adere aos discos e margens salientes dos corpos, mas não é firmemente fixado aos meios dos corpos. O ligamento longitudinal posterior também segue do áxis ao sacro, mas ao longo das faces posteriores dos corpos dentro do forame vertebral. Os ligamentos amarelos conectam as lâminas de vértebras contíguas em toda a extensão do forame vertebral. Os ligamentos amarelos consistem em tecido elástico amarelo cuja extensibilidade e elasticidade permitem a separação das lâminas durante a flexão da coluna vertebral. O ligamento supra-espinhal conecta as pontas dos processos espinhosos de C7 até o sacro. É um forte cordão fibroso cujas fibras, dependendo da localização, podem transpor até quatro vértebras. Acima de C7 continua-se como o ligamento da nuca, membrana fibroelástica que no homem representa um vestígio de um importante ligamento elástico encontrado em alguns tipos de animais pastadores.

### MOVIMENTOS ARTICULARES

As duas primeiras vértebras cervicais são estruturas altamente especializadas dedicadas à sustentação do crânio. A primeira, denominada atlas, não possui corpo, mas é um anel ósseo circundando o forame vertebral. Em sua face superior tem duas grandes faces articulares côncavas que acomodam os côndilos occipitais do crânio. Essas articulações atlanto-occipitais permitem uma flexão e extensão consideráveis da cabeça. A articulação tem uma

cápsula frouxa mas é reforçada pelos ligamentos atlanto-occipitais anterior, posterior e lateral. A segunda vértebra, denominada eixo, tem uma cavilha curta, chamada de dente, que se estende verticalmente a partir de seu corpo para o forame vertebral do atlas, onde um ligamento muito grande o separa da medula espinhal. Este processo ósseo serve como um pivô em torno do qual o atlas gira livremente, tornando possível girar ou balançar a cabeça de um lado a outro. O movimento nessas duas articulações é livre em comparação com as outras articulações intervertebrais.

No resto da região cervical, contudo, as articulações zigoapofisárias são inclinadas até 45° do plano transversal (de frente para trás) e, em geral, se situam orientadas com o plano frontal. Devido a esse alinhamento, as articulações zigoapofisárias da região cervical permitem flexão e extensão no plano sagital, flexão lateral no plano frontal e rotação no plano transversal. A amplitude de movimento para a flexão e extensão varia de cerca de 5 a 170, flexão lateral de 5 a 100 e rotação de 8 a 120 para cada articulação.

Na região torácica, as articulações zigoapofisárias estão em ângulos de até 60° para o plano transversal e 20° para o plano frontal. Tais articulações permitem uma flexão lateral variando de 7 a 10° por segmento e rotação de 2 a 10°. Os oito segmentos superiores (T1 a T8) permitem até 9° de rotação, mas esta quantidade é reduzida para cerca de 2° nos quatro segmentos torácicos inferiores. A flexão e extensão, ainda mais restritas pelas costelas, são limitadas a cerca de 3 a 4° nos 10° segmentos superiores, mas atingem 10° nos segmentos inferiores. A amplitude de movimento das vértebras torácicas também é influenciada pela espessura dos discos intervertebrais.

Na região lombar, as faces articulares podem ser perpendiculares ao plano transversal e apresentar um ângulo de até 45° em relação ao plano frontal. Devido a esse alinhamento, a rotação no plano transversal é intensamente restringida para 2° por segmento em todas as articulações exceto a última (L5 para S1), que permite até 4° a flexão e extensão variam de 12° na maioria das vértebras lombares superiores a 20° na mais inferior. A flexão lateral varia de 3 a 8° por segmento.

### LOMBALGIA

As causas de lombalgia foram classificadas em cinco categorias principais: distúrbios intra-abdominais, doença vascular abdominal/periférica, distúrbios psicogênicos, fontes neurogênicas como lesões do cérebro, medula espinhal e nervos periféricos, e fontes espondilogênicas, que estão relacionadas à coluna vertebral e estruturas anatômicas associadas.



Uma questão recorrente a respeito dos distúrbios acompanhados de lombalgia é por que a região lombar parece predisposta a lesões. Dois fatores fundamentais são a fraqueza inerente da estrutura e as forças ou cargas que ela enfrenta durante tarefas cotidianas e atividades recreativas/desportivas. As fontes das cargas às quais a coluna vertebral é submetida incluem o peso corporal, cargas aplicadas externamente e a contração de músculos.

### CARGAS APLICADAS À COLUNA VERTEBRAL

A dor no dorso, especialmente na região lombar, é tão prevalente nos esportes, ambientes profissionais e mesmo situações domésticas que se tem empreendido pesquisas biomecânicas sobre este tema em todo o mundo.

O desequilíbrio entre a força da musculatura dorsal e da abdominal pode ser fonte de problemas. Um desequilíbrio pode criar, entre outras coisas, um desvio da postura pélvica, deste modo alterando a curva lordótica e subseqüentemente sobrecarregando o disco.

As atividades causadoras de rotação são aquelas durante as quais a coluna vertebral é submetida a torções vigorosas.

Em análises biomecânicas simplificadas, pode-se tratar a coluna vertebral como um corpo rígido girando em torno de seu eixo, situado na articulação lombossacral (L5-S1). Considere algumas das forças que atuam sobre esse tipo de modelo durante as posturas elementares de ficar em pé e levantar-se, dado um homem de 891 N (91 kg) na posição ereta. Se 50% do peso corporal estiverem acima da articulação lombossacral, pode-se pressupor uma força compressiva de 445,5 N (45,5 kg). Contudo, no indivíduo normal, a face superior de S1 é inclinada para a frente de 30° a 40° (ângulo sacral). Essa inclinação introduz uma força de cisalhamento de até 341,25 N (34,8 kg). As forças compressivas atuam predominantemente sobre o anel fibroso através da compressão do núcleo pulposo. As forças de

cisalhamento afetam principalmente o forame intervertebral, às vezes denominado arco neural, a área entre os processos articulares inferior e superior contíguos.

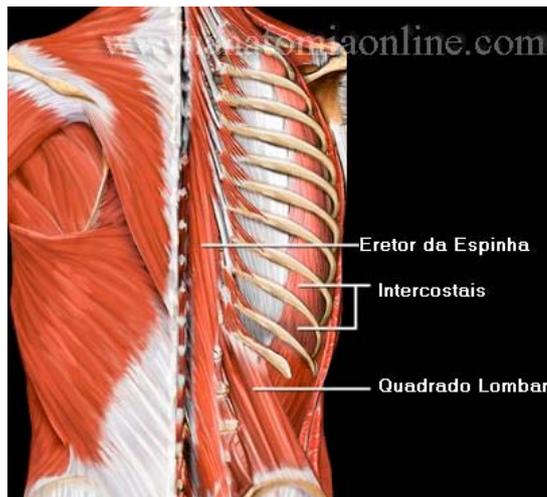
Se o homem agora fletir a coluna vertebral de modo que o ângulo seja  $45^\circ$ , é evidente que o braço de momento do centro de gravidade da metade superior do corpo, e o braço de momento de qualquer peso externo nas mãos ou em outro lugar, aumenta. Isto significa que se houver necessidade de manter a metade superior do corpo numa posição de equilíbrio estático, o torque exercido pelos extensores vertebrais (músculo eretor da espinha) deve ser igual a essa tendência rotacional para frente. Observa-se que o torque necessário aumenta à medida que o ângulo do tronco aproxima-se de  $90^\circ$ , quando o braço de momento atinge seu máximo.

Quando o ângulo do tronco aumenta além de  $90^\circ$  e o centro de gravidade é trazido mais próximo do eixo de rotação, o braço de momento começa a diminuir. Logo, a contribuição dos extensores do tronco necessária para se opor a esse torque também se reduz. Entretanto, após um certo ponto na amplitude de movimento da flexão vertebral e da flexão do quadril associada, pode-se observar "relaxamento dos flexores".

Quando ocorreu relaxamento dos flexores, disse-se que as estruturas ósseo-ligamentosas passivas foram responsáveis pela estabilização da coluna vertebral. (No entanto, o eretor da espinha alongado e o grupo posterior profundo criam tensão passiva, a despeito do silêncio elétrico, segundo suas propriedades de comprimento-tensão). Como o braço de momento dos ligamentos pós-vertebrais é pequeno, a necessidade de forças dessa magnitude é potencialmente perigosa para os ligamentos. A perda de pelo menos parte do controle muscular nas posições extremas fornece informações biomecânicas importantes acerca de diversas tarefas de levantamento, simétricas e assimétricas.

#### MÚSCULOS DA COLUNA VERTEBRAL

Os músculos que atuam sobre a coluna vertebral podem inicialmente ser divididos em duas categorias, anterior e posterior. Os músculos de ambas as categorias existem em pares bilaterais, embora possam e de fato funcionem de modo independente (unilateralmente). Como regra geral, os músculos da categoria anterior causam flexão da coluna vertebral, enquanto os da categoria posterior são responsáveis pela extensão. Considera-se que um músculo, o quadrado lombar, atua como flexor lateral puro.



#### Grupo anterior - flexores cervicais

O grupo pré-vertebral de músculos consiste no longo do pescoço e longo da cabeça. Estes são músculos profundos que causam flexão da cabeça e vértebras cervicais (exceto o longo do pescoço, que atua apenas sobre as vértebras cervicais) quando se contraem bilateralmente. A contração unilateral desses músculos causa flexão lateral das vértebras cervicais ou rotação da cabeça. Os oito músculos hióideos causam flexão cervical contra uma resistência maior que a do segmento, mas são usados principalmente na deglutição.

O superficial esternocleidomastóideo, um músculo de duas cabeças, também flete a cabeça e vértebras cervicais. Atuando unilateralmente, causa a flexão lateral das vértebras cervicais e rotação da cabeça para o lado oposto (os termos lado oposto e mesmo lado em relação à rotação serão usados para indicar o lado com referência ao músculo que esteja se contraindo unilateralmente).

Os músculos escalenos (anterior, médio e posterior) podem ser considerados com a categoria anterior, mas na verdade situam-se mais lateralmente. Embora importantes na respiração, também fletem as vértebras cervicais ou, se ativados em um lado, fletem lateralmente as vértebras cervicais.

#### Grupo anterior - flexores lombares

Conforme indicado antes, o grau de flexão e extensão da região torácica é extremamente restrito. Por isso, apenas a região lombar é apresentada aqui. Devido às limitações da região torácica ao movimento no plano sagital, a grande amplitude da flexão-extensão cervicais não influencia a região lombar.

O grupo de músculos responsáveis pela flexão lombar é geralmente referido como abdominais. Eles não possuem nenhuma conexão direta com a coluna vertebral. Alguns são ainda distinguidos por não possuírem fixações ósseas em nenhuma das extremidades. Ademais, além das ações articulares cruciais que efetuam (isto é, flexão lombar), são

importantes na constrição da cavidade abdominal e seu conteúdo. Esta última função eleva a pressão intra-abdominal, que, além de estar associada à eliminação de resíduos (defecação e micção), também reduz as cargas sofridas pelas vértebras lombares durante determinadas atividades. Uma discussão dessa função segue-se à apresentação da musculatura.

O músculo reto do abdome, como seu nome indica, desce verticalmente no abdome e suas partes direita e esquerda são separadas pela linha branca tendínea. Devido à sua linha de tração orientada verticalmente, é um primo-agonista para a flexão da coluna vertebral e um flexor lateral quando ativado apenas de um lado.

Os músculos oblíquos interno e externo do abdome cobrem as porções anterior e lateral da parede abdominal entre o reto do abdome na frente e o músculo grande dorsal / fásia toracolombar atrás. As fibras desses músculos seguem quase perpendicularmente umas às outras, uma característica que se reflete numa grande diferença em suas ações unilaterais.

Quando ambos os lados dos oblíquos externos se contraem simultaneamente, os componentes Z e X de sua tração são neutralizados. Quando apenas um lado do músculo é ativado, contudo, ocorre flexão vertebral e, além disso, flexão lateral e rotação do tronco, neste caso para o lado oposto. Com exceção da direção da rotação, o mesmo é válido para os oblíquos internos. Durante uma contração unilateral desse músculo, a rotação do tronco é para o lado oposto. O transverso do abdome, o músculo mais profundo desse grupo, não tem uma função associada à execução motora por causa de sua linha de tração e conexões tendíneas. No entanto, todos esses músculos têm uma conexão anatômica comum ou relação entre si, pois as bainhas aponeuróticas dos oblíquos externo e interno e do transverso do abdome formam a bainha do reto do abdome.

#### **Grupo posterior - extensores vertebrais**

Aproximadamente 140 músculos estão envolvidos na função motora da coluna vertebral. Para fins de uma análise geral do movimento, a separação dos extensores da coluna vertebral em grupos simplifica o assunto sem comprometer a compreensão. Dois grandes grupos de músculos compõem o grupo posterior (ou extensores vertebrais): o eretor da espinha e o grupo posterior profundo.

O grupo eretor da espinha, ou músculo sacroespinhal, se origina como uma grande massa carnosa na área sacral; quando ascende na coluna vertebral, divide-se em três colunas principais. A divisão, que ocorre no nível lombar superior, resulta na formação dos músculos iliocostal, longíssimo e espinhal (ainda considerados globalmente como o eretor da espinha. Nas regiões torácica e lombar, o músculo sacroespinhal é coberto pela fásia

toracolombar. Esta estrutura é particularmente relevante, tendo em vista a prevalência da síndrome de lombalgia e a relação de uma maior força dos músculos abdominais com a redução das cargas sobre a coluna vertebral. O transverso do abdome e a porção inferior da origem do oblíquo interno do abdome nascem dessa fásia. Ademais, a porção inferior da origem do oblíquo externo justapõe-se a uma parte do grande dorsal, dos quais o último também é incorporado à fásia.

O músculo iliocostal, a mais lateral das três colunas, divide-se em três partes regionais, os iliocostais lombar, torácico e do pescoço. Os nomes assinalam sua posição anatômica. A coluna intermédia (longíssimo) e a coluna medial (espinhal) se dividem em três partes regionais, a do tórax, do pescoço e da cabeça. Todos estes músculos servem para estender a coluna vertebral em diversos níveis. A contração unilateral do músculo iliocostal e do longíssimo do tórax causa flexão lateral e rotação para o mesmo lado. A flexão lateral e rotação das vértebras cervicais e cabeça são produzidas pelos longísimos do pescoço e da cabeça, respectivamente, quando um lado se contrai. Os espinhais do tórax e do pescoço, contraindo-se unilateralmente, também causam flexão lateral. Em geral, o espinhal da cabeça está associado estrutural e funcionalmente ao semi-espinhal da cabeça.

Os músculos esplênicos (do pescoço e da cabeça) são freqüentemente considerados parte do grupo eretor da espinha. Ambos servem como extensores das vértebras cervicais e podem causar rotação dessas vértebras e da cabeça.

O grupo espinhal posterior profundo inclui os intertransversários, interespinhais, rotadores e multifídeos, todos os quais atuam para estender a coluna vertebral. Atuando unilateralmente, estes músculos causam flexão lateral e rotação para o lado oposto. É importante ressaltar que, assim como todos os músculos, o grau no qual essas ações unilaterais ocorrem depende do torque gerado pela contração. Estes músculos geralmente possuem braços de momento muito pequenos. Por exemplo, atribuiu-se um braço de momento de 24 mm ao eretor da espinha atuando na articulação L5-S 1. Com base na linha de tração observada do músculo, poder-se-ia muito bem considerar esses movimentos rotatórios e de flexão lateral resultantes como movimentos previstos apenas biomecanicamente, ao contrário de movimentos significativos.

#### **PAPEL DA MUSCULATURA ABDOMINAL NA REDUÇÃO DAS CARGAS VERTEBRAIS**

As vértebras lombares e seus discos associados são submetidas a forças muito grandes durante o curso de atividades diárias. Em geral, a fratura do corpo vertebral ocorre antes da ruptura de um disco sadio.

Vários pesquisadores estimaram ou mediram as magnitudes dessas forças. Devido à frequência de lesões do dorso com suas subseqüentes repercussões econômicas, a mecânica da coluna vertebral tem sido estudada extensamente. Alguns autores, procurando quantificar forças normalmente encontradas sobre a coluna vertebral, usaram modelos biomecânicos. Um modelo estimou as forças compressivas sobre L5 em 10.000 N. Outros relataram valores mais conservadores de 4.250 N de compressão. Em modelos dinâmicos, nos quais as forças resultantes da inércia e aceleração devem ser consideradas, foram relatadas forças compressivas máximas de 7.000 N. Kumar e Davis sugeriram que, via de regra, os levantamentos dinâmicos podem ser considerados pelo menos duas vezes mais estressantes que sustentações estáticas para a mesma resistência. Naturalmente, as forças de cisalhamento aumentam com as forças compressivas, e se a carga for assimétrica, forças rotacionais são introduzidas.

As cargas sobre a coluna vertebral, especialmente a região lombar, devem ser mantidas o mais baixo possível.

A relação entre músculos abdominais fortes e um dorso sadio interessa há muito os cinesiologistas. Existe uma relação de causa-efeito intuitiva entre contração dos músculos do abdome, compressão do conteúdo abdominal e elevação da PIA (pressão intra-abdominal). Quanto maior a PIA e mais rígido o cilindro tóraco-abdominal, maior a fração de carga vertebral compartilhada e maior a redução das cargas vertebrais.

#### MECANISMOS TORÁDICOS BÁSICOS

A principal finalidade do tórax, composto pelas vértebras torácicas, 12 pares correspondentes de costelas, cartilagens costais e esterno, é a proteção dos principais componentes dos sistemas respiratório e circulatório.

O movimento do tórax está envolvido primariamente com a respiração. A restrita amplitude do movimento toracovertebral, no que diz respeito à complexidade e número de tarefas que constituem o movimento humano, torna-o menos relevante que as regiões cervical e lombar. O movimento do tórax é definido predominantemente pela elevação e abaixamento das costelas e, sob várias condições, inclui a participação de músculos previamente descritos e outros que merecem consideração. Em geral consideram-se como os principais músculos da respiração o diafragma e os intercostais. Os músculos escalenos, esternocleidomastóideo, peitorais, serrátil anterior e abdominais são considerados agonistas e acessórios.

No homem, o diafragma é o músculo inspiratório principal. Com sua ativação e subseqüente

contração, o diafragma expande a base do tórax ao mover as costelas para cima e lateralmente. Este movimento ocorre pelas forças transmitidas através de seu centro tendineo (inserção) à sua origem, que se fixa quase inteiramente ao redor da face interna da cavidade corporal.

Os oblíquos internos e intercostais externos são ativos durante a expiração e inspiração, respectivamente. Esses músculos funcionam de acordo com o interespaço no qual estão localizados.

#### DEFEITOS ESPECÍFICOS

A flexibilidade da coluna vertebral às vezes é prejudicada pelo desenvolvimento de desvios indesejáveis.

A cifose e escápulas abduzidas são inteiramente diferentes: a primeira é uma convexidade posterior aumentada da coluna torácica e a última um desvio, para frente, do cingulo do membro superior. Entretanto, uma causa a outra e as duas comumente aparecem como um defeito integrado.

A cifose resistente ou estrutural, ou qualquer defeito desse tipo acompanhado de dor aguda, indica uma provável doença ou defeito hereditário de natureza mais grave. Jamais se devem fornecer exercícios corretivos nesses casos, exceto quando prescritos por um médico.

A lordose é uma concavidade posterior aumentada da curva lombar ou cervical normal, acompanhada de uma inclinação da pelve para frente.

Os músculos da região lombar são encurtados e os abdominais alongados. Quando essa posição é assumida habitualmente, um peso excessivo é lançado sobre as margens posteriores dos corpos das vértebras lombares e há uma forte tendência ao desenvolvimento de escápulas abduzidas em compensação ao desvio para trás do peso corporal. Os indivíduos que são mais flexíveis do que a média têm apenas de adquirir a capacidade de assumir a posição correta da coluna vertebral e, então, praticá-la até que o hábito esteja estabelecido.

Quando a pelve é inclinada excessivamente para frente, os músculos do dorso e flexores dos quadris são encurtados enquanto os músculos do abdome e do jarrete são alongados. Não trará nenhum benefício corrigir o desequilíbrio apenas dos músculos do tronco ou do quadril, ambos os grupos devem ser ajustados e controlados para manter a pelve em seu grau de inclinação apropriado.

Dorso plano (cifose lombar) - o dorso plano envolve uma redução abdominal na curvatura lombar normal. O ângulo de obliquidade da pelve é reduzido, pois os músculos dos jarretes são curtos demais e os flexores dos quadris e ligamentos iliofemorais, longos demais. Está comumente associado aos ombros arredondados, tórax plano e

abdome protuso típicos do quadro clínico de fadiga. A condição é de difícil correção, mas os esforços para aumentar a força e tônus dos músculos do abdome e eretor da espinha podem ser recompensadores.

Curvatura lateral - a curvatura lateral da coluna vertebral, que em estágios acentuados é denominada escoliose, é um desvio para um dos lados. Representa uma combinação de desvio lateral e rotação longitudinal. Poder-se-ia esperar que os músculos no lado côncavo da curvatura fossem mais fortes que os do lado convexo, e isto é o que seria observado se a curvatura decorresse da ação desimpedida dos músculos longitudinais. Contudo, estudos eletromiográficos mostraram que na maioria dos casos os músculos no lado côncavo são mais fracos que o normal. Isto é atribuído ao fato de que o desequilíbrio dos músculos mais profundos (semi-espinhal, multifíco e rotadores) é o principal fator na produção da deformidade. Esses músculos profundos são rotadores importantes. Quando os de um lado são paréticos, a ação desimpedida dos músculos do lado oposto gira as vértebras para uma posição escoliótica.

Em alguns casos, entretanto, os músculos no lado convexo estão atrofiados e os do lado côncavo, contraídos. E controverso se as alterações que depois ocorrem podem ser explicadas com base apenas no desequilíbrio muscular.

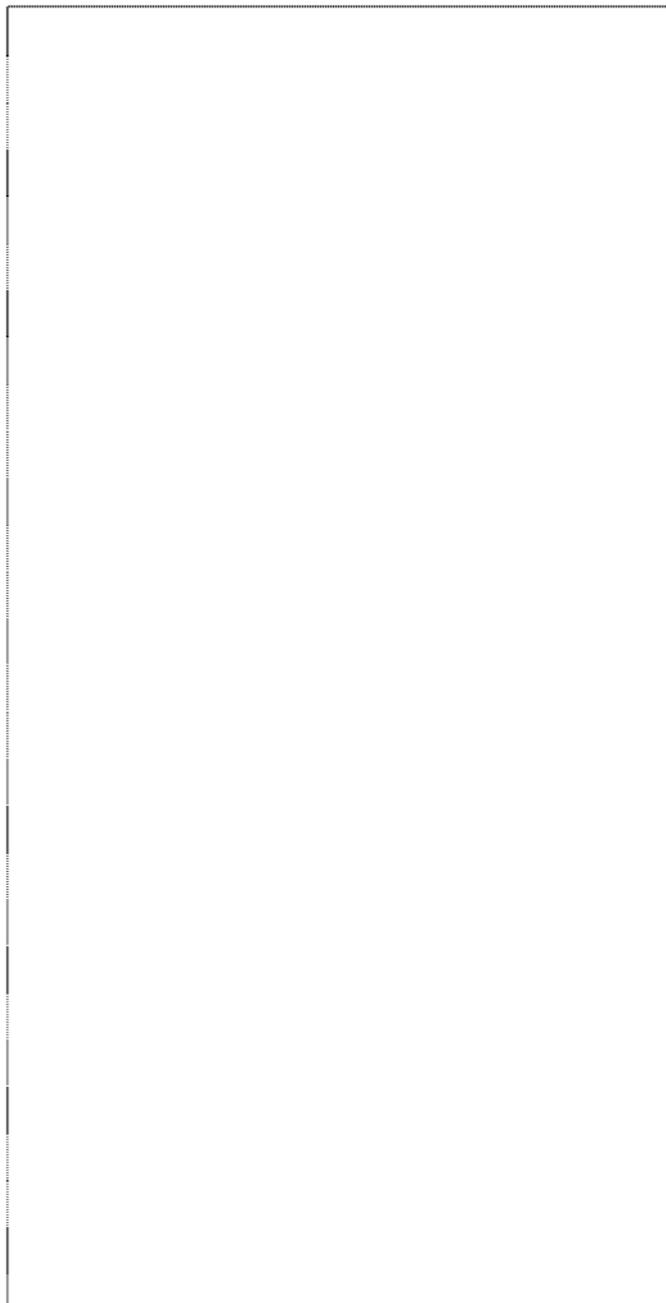
A curvatura lateral diminui a capacidade da coluna vertebral de sustentar o peso corporal, distorce as cavidades corporais, aglomera os órgãos fora de lugar e, em casos avançados, causa compressão dos nervos espinhais onde eles deixam o canal vertebral. A escoliose geralmente começa com uma curva em C única. Esta pode ser para qualquer um dos lados, mas como a maioria das pessoas é destra, os músculos no lado direito do corpo são mais fortes e a convexidade tende a se desenvolver para a esquerda. A condição tende a ser mais prevalente em meninas e entre biótipos ectomorfos, mas não está confinada a nenhum dos dois. a curvatura pode estender-se por toda a coluna vertebral ou ser localizada. Uma curva em C pode inclinar a cabeça obliquamente, quando então há uma tendência reflexa a endireitá-la até que os olhos estejam novamente nivelados. Ao longo do tempo, esse reflexo de endireitamento cria uma inversão da curva em C nos níveis espinhais superiores, produzindo uma curva em S. podem surgir novas tentativas de compensação, criando ondulações adicionais na curva.

Nos estágios iniciais, a escoliose pode ser funcional, ou postural. Estes termos indicam que a curva pode ser eliminada por esforço voluntário ou ao pendurar-se com as mãos. Nos estágios posteriores, a condição se torna resistente, ou estrutural, e a curva não pode mais ser eliminada desse modo. Uma vez estabelecida uma curva estrutural, exercícios

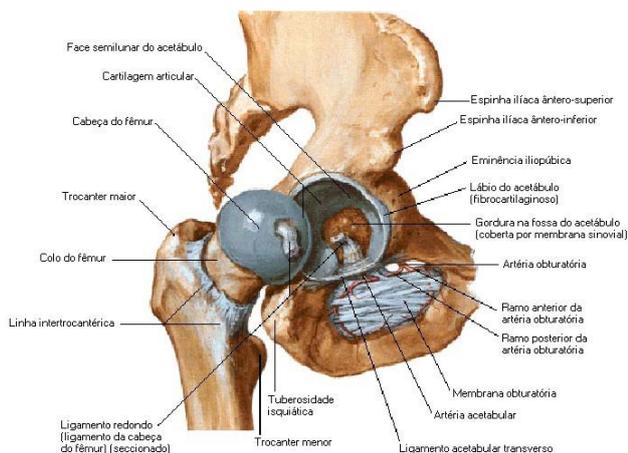
corretivos podem produzir uma curva compensatória ao invés de abolição da curva primária.

A escoliose pode ser causada por numerosas condições unilaterais, incluindo defeitos hereditários da estrutura; deterioração de vértebras, ligamentos, ou músculos, em decorrência de infecções ou doença; paralisia unilateral de músculos espinhais; um membro inferior curto unilateral; pé plano ou pronação unilateral; e desequilíbrio do desenvolvimento muscular devido à profissão ou hábito.

#### ANOTAÇÕES



## ARTICULAÇÃO DO QUADRIL



A articulação do quadril é uma articulação esféride. É formada pelo encaixamento da cabeça do fêmur no acetábulo do osso do quadril.

### MOVIMENTOS ARTICULARES

A despeito da estabilidade inerente proporcionada à articulação por sua arquitetura e sustentação ligamentosa, a articulação do quadril demonstra um alto grau de mobilidade. Os movimentos permitidos pelo quadril, descritos com referência ao fêmur, incluem a flexão e extensão no plano sagital, abdução e adução no plano frontal e rotação medial e lateral no plano transversal.

O posicionamento do corpo do fêmur, por meio do colo femoral, a uma certa distância da pelve óssea, ajuda a prevenir restrições à amplitude movimento de articulação do quadril que poderiam resultar de colisão. O ângulo colo-corpo permite que o corpo do fêmur se posicione mais lateralmente em relação à pelve. No plano frontal, com referência ao eixo longitudinal do fêmur, o ângulo colo-corpo normal é de aproximadamente 125°. A deformidade na qual o ângulo é maior, denominada coxa vara, e a deformidade na qual o ângulo é menor, denominada coxa valga, causam alterações na transmissão de forças para o fêmur e a partir dele.

Um segundo ângulo, o de anteversão, é o ângulo no qual o colo se projeta do fêmur na direção ântero-posterior. Embora haja uma grande variação entre indivíduos, o valor normal é cerca de 12° a 14°. A articulação do quadril pode mover-se independentemente do cingulo do membro inferior, mas pode ser complementada por inclinações da pelve. A diferença do sistema aberto do cingulo do ombro, o sistema fechado do cingulo pélvico impossibilita movimentos no lado direito independentes do esquerdo. Na posição ereta, as aberturas superior e inferior da pelve formam ângulos com o plano horizontal, de aproximadamente 50°-60° e 15°, respectivamente.

Este ângulo denomina-se inclinação da pelve. As

inclinações da pelve são rotações medidas com referência à inclinação pélvica e classificadas em relação às articulações dos quadris e lombossacral. A articulação do quadril demonstra sua maior amplitude de movimento no plano sagital, no qual se observa que a flexão pode chegar a 140° e a extensão a 15°. A abdução também pode atingir 30° e a adução um pouco menos que isto, 25°. A adução deve ser acompanhada de alguma flexão. O grau de flexão do quadril afeta a magnitude da rotação medial e lateral. Numa posição estendida, na qual os efeitos limitadores dos tecidos ligamentosos se manifestam, as amplitudes de rotação medial e lateral se reduzem para 70° e 90°, respectivamente.

### MUSCULATURA DA ARTICULAÇÃO DO QUADRIL

Vinte e dois músculos atuam sobre a articulação do quadril. Foram apresentados vários esquemas de classificação, mas um método singelo é identificar os músculos que dão contribuições importantes para cada uma das ações possíveis na articulação do quadril. Os membros do grupo flexor incluem o psoas e o ilíaco, os agonistas primários e o reto da coxa.

O grupo extensor do quadril inclui os músculos do jarrete: semimembrâneo, semitendíneo e cabeça longa do bíceps da coxa.

O grupo adutor do quadril é composto pelo grácil, adutor longo, adutor curto, adutor magno e pectíneo. O grupo abductor é composto de vários músculos que atuam predominantemente em outras ações articulares. A rotação lateral é uma função de parte do glúteo máximo, reto da coxa e um grupo de seis músculos geralmente agrupados como os rotadores laterais.

### MÚSCULOS BIARTICULARES (multiarticulares)

Músculos biarticulares são aqueles que atravessam várias articulações e criam cinética significativa nessas articulações. Os músculos do membro inferior são freqüentemente empregados como exemplos anatômicos e objetos de pesquisa a respeito dos mecanismos de seu controle pela parte central do sistema nervoso e as resultantes ações articulares. Markee et al sugerira que os músculos biarticulares podem atuar numa extremidade sem influenciar a outra; esta hipótese foi contestada por Basnuajian e De Luca. A regra geral acerca de um músculo biarticular é que ele traciona ambos seus tendões não seletivamente em direção ao ventre do músculo, deste modo influenciando as articulações. Um músculo biarticular não pode atuar como um músculo monoarticular sem o auxílio de outros músculos, a menos que uma das ações articulares seja estabilizada por outros músculos. O efeito cinético do músculo sobre a segunda articulação é diminuído.

Um exemplo simples da atividade de um músculo multiarticular é o paradoxo do psoas, no qual o músculo psoas, enquanto flete o quadril, causa hiperextensão da região lombossacral através de inclinação pélvica anterior, embora o psoas seja considerado flexor do tronco. O paradoxo, a inversão do papel de flexão/extensão, pode ser observado durante exercícios como os "abdominais" com os membros inferiores estendidos e elevações de ambos os membros inferiores. As vértebras lombares são puxadas para frente e para baixo pela contração do psoas. A contração simultânea dos músculos do abdome evita a inclinação anterior da pelve a menos que esses músculos estejam fatigados ou fracos; assim, a pelve não gira para frente nem as vértebras lombares são hiperestendidas. Durante algumas combinações de ações articulares, os movimentos criados por músculos biarticulares são mais eficientes do que se fossem criados por músculos monoarticulares. Durante a corrida, por exemplo, logo antes do contato do calcanhar, os extensores do quadril realizam trabalho positivo sobre o quadril, ao mesmo tempo em que realizam trabalho negativo sobre a perna para desacelerar a extensão no joelho. Felizmente, os músculos do jarrete realizam ambas as funções simultaneamente a um baixo custo metabólico. Elftman estimou o dispêndio de energia por músculos bi e monoarticulares para realizar essa tarefa em 2,61 e 3,97 cavalos força, respectivamente. A execução por um músculo biarticular representa uma economia de energia superior a 34%. As ações tendínea, de correia de transmissão e de polia são características atribuídas a músculos biarticulares porque esses músculos não podem causar uma amplitude total de movimento simultaneamente em ambas as articulações sobre as quais atuam. Quando o quadril e o joelho se fletem simultaneamente, como no movimento preparatório de um chute de caratê, ou se estendem ao mesmo tempo, como na fase de ataque do chute, o músculo se contrai mas não perde tanto de seu comprimento quando dois músculos monoarticulares poderiam se executassem a mesma ação.

#### CONSIDERAÇÕES MECÂNICAS SOBRE AS LESÕES DAS REGIÕES DA PELVE E QUADRIL

##### Pelve

A crista ilíaca é particularmente suscetível a lesões devido à sua localização superficial e à massa de tecidos moles na área vizinha. As contusões incluem periostite da crista ilíaca, entorse e avulsões musculares. Mais graves, obviamente, são as fraturas do osso ilíaco, as quais são infreqüentes porque a maioria dos esportes que envolvem forças que podem acarretar este tipo de lesão exige acolchoamento protetor. Corridas e saltos vigorosos podem causar fraturas da espinha ilíaca ântero-superior.

#### ARTICULAÇÃO DO QUADRIL

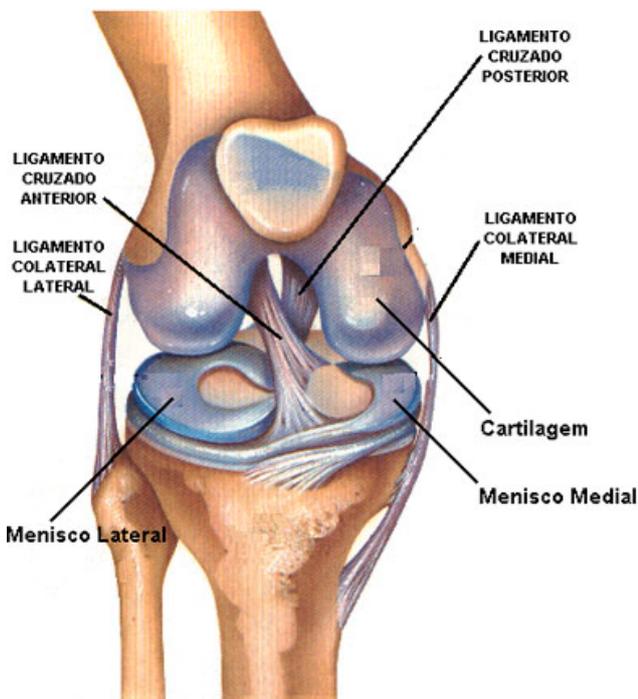
Técnico em Massoterapia – Biomecânica e Cinesiologia

A articulação do quadril é extremamente estável e tem uma grande amplitude de movimento. Enquanto para atletas o joelho parece mais suscetível a lesões muito graves, para a população não-atlética há estatísticas assustadoras acerca de fraturas do quadril. Por exemplo, a osteoporose, uma condição óssea degenerativa que afeta principalmente mulheres acima de 45 anos de idade, é a causa de 1,3 milhão de fraturas por ano. Destas fraturas, 200.000 são no quadril e 40.000 destas causam complicações que levam à morte. As fraturas do quadril, então, representam a principal causa de morte em indivíduos idosos nos EUA. As fraturas do quadril ocorrem menos freqüentemente em negros acima de 45 anos que em brancos dessa idade, mas as razões para esta diferença são obscuras. A lesão de tecidos moles na região do quadril é uma ocorrência mais comum em atletas que em não-atletas. Lesões relacionadas a estiramento são amiúde relatadas, particularmente envolvendo músculo e nervo. Outros fatores que tomam essa região suscetível a lesões são a extrema amplitude de movimento, as potentes contrações musculares associadas à região durante atividades como as diversas formas de locomoção e as abruptas mudanças de direção e posição, comuns em atividades desportivas e recreativas.

#### ANOTAÇÕES

## A ARTICULAÇÃO DO JOELHO

A articulação do joelho, tipicamente classificada como uma sinovial em dobradiça, é a maior e mais complexa articulação do corpo. É vulnerável em atletas e supostamente também em não-atletas. Investigadores finlandeses relataram recentemente que em homens e mulheres a articulação do joelho é o local mais comum de lesão desportiva que requer cirurgia, e que a frequência em mulheres é significativamente mais alta que em homens. O movimento do joelho é denominado por flexão e extensão, mas normalmente ocorre nos planos sagital, frontal e transversal. Três articulações compõem o joelho: duas tibiofemorais e a patelofemoral.



As duas primeiras são os locais onde os côndilos femorais medial e lateral fazem contato, através de cartilagem articular interposta, com a face articular superior da tíbia. A articulação patelofemoral é composta pelas face articular da patela e face patelar do fêmur. A patela é um osso sesamóide, que se caracteriza por seu desenvolvimento dentro de um tendão, neste caso o tendão do músculo quadríceps da coxa.

A maioria dos casos de luxação do joelho é na verdade uma luxação da patela.

A cápsula articular do joelho à diferença de outras articulações, não forma uma estrutura envolvente completa da articulação. Os poucos ligamentos capsulares verdadeiros que conectam os ossos são auxiliados por tecidos tendíneos dos músculos associados à articulação. O ligamento da patela é a continuação do tendão do músculo quadríceps da coxa clistal à patela. É extremamente forte e segue da patela para a tuberosidade da tíbia. Resiste à

tendência da face tibial superior de deslocar-se para frente com referência ao fêmur durante alguns tipos de movimento.

Outras estruturas ligamentosas importantes que servem para estabilizar a articulação do joelho incluem OS ligamentos poplíteo oblíquo, poplíteo arqueado, colaterais medial e lateral e cruzados anterior e posterior.

Os meniscos medial e lateral desempenham um importante papel a função do joelho. Auxiliam diretamente a estabilização da articulação, aprofundando as faces articulares da tíbia, servindo como fonte de absorção de choque e transmissão de forças ao aumentar a área de superfície articular, aumentando a eficiência da lubrificação articular e fixando-se aos O5505 e outros tecidos moles das articulações que restringem alguns tipos de movimento.

### MOVIMENTOS ARTICULARES

O movimento da articulação do joelho, embora mensurável ao redor dos três eixos, é dominado por flexão e extensão no plano sagital. A amplitude movimento da extensão completa (0°) à flexão completa é de aproximadamente 140°. O movimento do joelho no plano transversal acompanha tipicamente a flexão e extensão e é referido como rotação tibial e medial e lateral.

O movimento no plano transversal é uma função da posição do joelho no plano sagital. Nenhuma rotação do joelho é permitida quando o joelho está completamente estendido; contudo, até 45° de rotação lateral e 30° de rotação medial são possíveis quando o joelho está fletido até 90°. Na extensão completa, a rotação é restrita pela arquitetura óssea da articulação, enquanto além de 90° de flexão o movimento é limitado pelos tecidos moles esticados ao redor da articulação.

Costigan e Reid descreveram a rotação tibial durante excursões de flexão e extensão do joelho. Essas ações simultâneas são importantes no movimento normal do joelho. Mediu-se o torque radial no joelho e verificou-se que este é uma função da posição do pé. A menor quantidade de torque dirigido lateralmente foi encontrada quando o pé estava girado lateralmente em 17°. Costigan e Reid verificaram que há de fato uma posição do pé, maior que 17° mas menor que 50°, na qual o torque radial no joelho é reduzido a zero; esta posição varia entre indivíduos e tem implicações para exercícios como o agachamento com pés paralelos e saltos verticais, que exigem flexões dos joelhos e extensões do membro sustentador do peso.

### MÚSCULOS DA ARTICULAÇÃO DO JOELHO

Doze músculos atuam na articulação do joelho e são classificados em três grupos: o jarrete, o quadríceps da coxa e músculos não-classificados. O grupo do jarrete inclui os músculos semitendíneo, semimembranoso e bíceps da coxa.

O quadríceps da coxa é constituído pelos músculos reto da coxa e três vastos - vasto lateral, medial e intermédio.

O grupo de músculos não-classificados da articulação do joelho inclui o sartório, o grácil, o poplíteo, o gastrocnêmio e o plantar. Os dois últimos músculos atuam predominantemente na articulação do tornozelo, embora passem atrás da articulação do joelho e possuam alguma capacidade de flexão.

### Mecanismo de bloqueio do joelho

Normalmente, quando o joelho está completamente estendido numa posição ereta normal, a linha de gravidade passa na frente do ponto de contato tibiofemural. Assim, o joelho é mantido em extensão pelo torque gravitacional. Devido à disparidade nos diâmetros dos côndilos femorais medial e lateral e dos meniscos correspondentes, a contração continuada do quadríceps da coxa pode, e é necessária para causar rotação lateral do fêmur sobre a tibia. Esta rotação faz com que o fêmur se assente mais intimamente nos meniscos no que foi denominado um movimento de "encaixe em parafuso".

### Considerações mecânicas sobre as lesões do joelho

As entorses do joelho resultam de movimentos que ultrapassam os limites normais da articulação. Quando forçados além dessa restrição natural, os ligamentos podem ser submetidos a uma tensão superior a seu limite elástico, colocando-os na região plástica de sua curva de carga-extensão. O resultado é uma deformação permanente dos ligamentos, cuja magnitude depende da força aplicada. No joelho, a entorse ligamentosa pode ocorrer em qualquer direção de movimento. No tipo talvez mais comum de lesão do joelho, freqüentemente visto no campo de futebol americano, o pé é fixado e o fêmur gira medialmente com referência à tibia, que ao mesmo tempo gira lateralmente. Todo o joelho é deslocado medialmente, resultando em tensão ligamentosa medial. Quando a força é continuada, o ligamento cruzado anterior e, por fim, o cruzado posterior são submetidos à tensão. A "tríade infeliz" refere-se a uma lesão que afeta simultaneamente o ligamento colateral medial, ligamento cruzado anterior e menisco medial.

Uma entorse intensa é o precursor da luxação do joelho patelofemoral ou tibiofemural. Um fator anatômico que predispõe um indivíduo à luxação patelofemoral é um ângulo anormal. O ângulo Q é o desvio entre a linha de tração do quadríceps da

coxa e o ligamento da patela. Geralmente é medido como o ângulo entre a linha da espinha ilíaca ântero-superior e o centro da patela e a linha do centro da patela à tuberosidade da tibia.

Um ângulo Q de 10° é considerado normal. Ângulos maiores podem resultar em luxações laterais da patela quando a contração do quadríceps reduz o ângulo.

De gravidade bem maior e, felizmente, menos comum, é a luxação tibiofemural.

A lesão de meniscos geralmente é simultânea à entorse ligamentosa. Os mecanismos de lesão dos meniscos medial e lateral diferem.

Os atletas freqüentemente sentem uma dor ao longo da perna que chamam de shin splints e existem várias teorias acerca da causa da incapacidade e parece ser uma condição epidêmica entre dançarinos, corredores, etc.

As lesões de esqui são comuns e muito instrutivas para o cinesiologista. Envolvem dois fatores - fixação e intensificação - e três movimentos - rotação lateral, queda para frente e rotação medial. Uma lesão ocorre apenas se os dois fatores e pelo menos uma das forças estiverem presentes. A fixação se dá quando um esqui se torna fixado, por sua vez, segurando o pé preso ao esqui.

Se as presilhas do esqui não se soltarem e uma grande quantidade de energia cinética estiver presente, um esforço de torção é exercido através de rotação lateral. Esse mecanismo mais comum de lesões do esqui produz fratura do maléolo lateral, fratura espiral do tornozelo e/ou tibia, ou entorse do joelho e tornozelo.

Quando a ponta de um esqui penetra na neve, sobrevêm uma desaceleração abrupta, projetando o esquiador sobre o cano de suas botas. Pode ocorrer uma fratura pelo cano da bota, laceração do tendão de Aquiles e luxação dos tendões fibrilares.

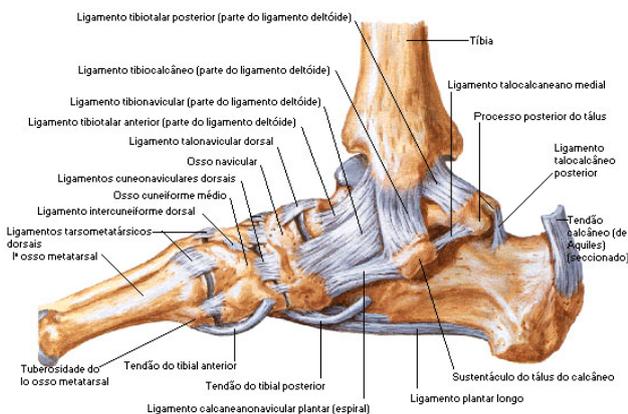
A rotação medial é causada pelo cruzamento da ponta de um esqui com a ponta do outro. As conseqüências podem ser entorse do tornozelo, lesão do joelho, fraturas do maléolo medial e fraturas espirais da tibia.

Os exercícios que fazem com que o joelho sustentador de peso seja completamente fletido foram condenados como potencialmente perigosos para as estruturas de suporte do joelho.

O impedimento da rotação do pé fixado nessa situação causa maior tensão sobre os ligamentos e cartilagens do joelho.

A solução para essa prática perigosa é limitar o grau de flexão dos joelhos, como nos exercícios de agachamento paralelo.

## TORNOZELO E O PÉ



A articulação do tornozelo consiste nas articulações talocrural (tibiotalar e talofibular) e tibiofibular distal. É classificada como uma sinovial em dobradiça em virtude de sua arquitetura óssea, um sistema de ligamentos colaterais medial e lateral, a cápsula articular e a parte distal da membrana interóssea. A articulação do tornozelo é crucial na transmissão de força do corpo e para o corpo durante a sustentação de peso e outras cargas.

As magnitudes dessas forças podem ser tão grandes, até 10 vezes o peso corporal durante alguns tipos de corrida, por exemplo, que até mesmo pequenos desalinhamentos estruturais, ou lesões podem acarretar problemas ortopédicos crônicos e intensos.

A transmissão de forças se dá na junção da extremidade distal da tíbia e face superior do tálus; a fibula exerce um papel pequeno.

Arquiteturalmente, um encaixe ou abertura provida de borda, é formado pelos maléolos da tíbia e da fíbula no qual a face superior do tálus se ajusta.

Essa estrutura é uma importante fonte de estabilidade para a articulação do tornozelo.

Os principais ligamentos que sustentam a articulação incluem a parte distal da membrana interóssea a cápsula articular, ligamento deltoide (medialmente) e ligamento calcâneo-fibular (lateralmente), os quatro últimos são considerados ligamentos colaterais.

O gínglimo biaxial permite uma flexão de aproximadamente 45° conhecida como dorsiflexão e uma extensão de 45° conhecida como flexão plantar. Várias populações obviamente demonstram valores bem maiores. Em geral os primeiros 10 a 20° são definidos como dorsiflexão, o movimento restante é definido como flexão plantar.

## ARTICULAÇÃO SUBTALAR

A articulação subtalar, uma sinovial plana entre a face interior do tálus e a face superior do calcâneo, é considerada uma das articulações intertársicas. O movimento do pé através da articulação subtalar pode ser modelado representando-se o tornozelo (classificado anatomicamente como um gínglimo) como uma articulação esferóide. O gínglimo uniaxial do tornozelo combinado com o eixo da articulação subtalar permite efetivamente ao pé três eixos de rotação.

Sammarco relatou que o eixo da articulação subtalar está a cerca de 420 do calcanhar, dirigido para frente e para cima (a 38° da vertical) e a 16° medialmente do eixo longitudinal do pé.

A articulação subtalar permite essencialmente dois movimentos, independentes do movimento na articulação do tornozelo. A inversão do pé ocorre quando a planta é virada medialmente, e a eversão do pé quando a planta é virada lateralmente.

A eversão e inversão são às vezes referidas como pronação e supinação, respectivamente. A eversão frequentemente ocorre com dorsiflexão e abdução (rotação lateral do pé), ao passo que a inversão pode ocorrer com algum grau de flexão plantar e adução (rotação medial).

Em geral, a amplitude de movimento demonstra uma média de 20° de inversão e 5° de eversão.

## ARTICULAÇÃO TRANSVERSA DO TARSO

A articulação transversa do tarso (mediotársica) pode ser considerada a junção entre as articulações talonavicular, triaxial e calcaneocubóide, biaxial.

Os ossos navicular e cubóide se articulam de tal modo que permitem apenas um leve movimento e portanto, podem ser considerados um único segmento. Vista por cima, a articulação transversa do tarso forma uma linha em forma de S.

A articulação permite movimentos da parte anterior do pé com referência à parte posterior.

São permitidos dois tipos de movimento através de dois eixos. O eixo em torno do qual ocorrem a inversão e eversão é orientado com o eixo longitudinal do pé, subindo de trás para frente a partir da face plantar do pé a um ângulo de 15° e dirigido medialmente a um ângulo de 9°.

O movimento em torno desse eixo permite que o pé se adapte a uma variedade de orientações da superfície durante a locomoção.

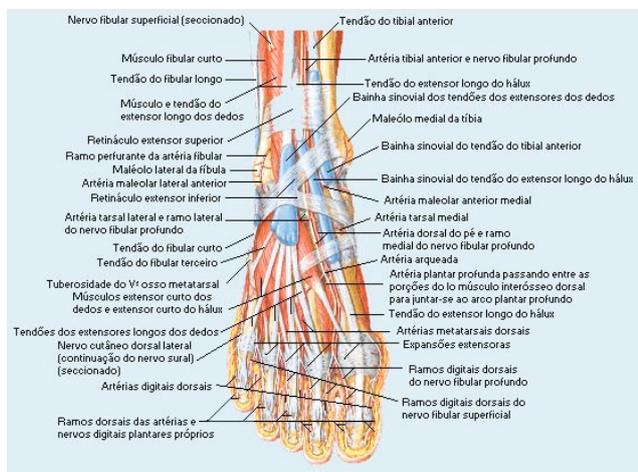
Um segundo eixo que sobre de modo semelhante ao primeiro, mas a um ângulo de 52°, dirige-se medialmente a um ângulo de 57°. Esse eixo de rotação aumenta a dorsiflexão e flexão plantar. A orientação dos eixos e por conseguinte do movimento é variável e influenciada pela arquitetura do pé da musculatura que atravessa as

articulações.

O movimento do pé distal à articulação transversa do tarso, pertence às articulações intertársicas e tarsometatarsicas. Em ambos os casos, o movimento restringe-se a uma dorsiflexão quase desprezível e a 15° de flexão plantar. Os dedos se movem em flexão e expansão em torno das articulações metatarsofalângicas (sinoviais em dobradiça).

O movimento em torno das articulações metatarsofalângicas inclui a abdução e adução. O hálux ou dedão tem uma amplitude de flexão de 30° e uma amplitude de extensão de 90°. Os demais dedos tem uma amplitude de flexão um pouco maior, 50°.

## MUSCULATURA DA ARTICULAÇÃO DO TORNOZELO E DO PÉ



A parte do membro inferior entre o joelho e a articulação do tornozelo é o local de origem para os músculos que produzem movimento do tornozelo. Estes músculos são classificados em três grupos - crural anterior, cervical posterior e crural lateral.

Dos músculos associados ao tornozelo e pé, 12 são extrínsecos ao pé e 19 intrínsecos.

### Crural anterior

Os músculos crurais anteriores estão associados ao compartimento anterior que é limitado pela tibia e septo intermuscular.

O tibial anterior geralmente é considerado um inversor do pé (articulação subtalar), embora alguns pesquisadores tenham relatado que ele não é ativo durante a inversão, a menos que ocorra dorsiflexão simultaneamente.

É razoavelmente bem aceito que o tibial anterior não desempenha qualquer papel na sustentação estática normal do arco longitudinal do pé.

Durante condições com cargas dinâmicas, entretanto, a contração muscular auxilia a fonte

primária de sustentação do arco, as estruturas osteoligamentosas. Os indivíduos com pés planos também necessitam de sustentação muscular dos arcos, especialmente pelo tibial anterior.

### Crural posterior

Os músculos do grupo crural posterior são ainda classificados em superficiais ou profundos. O grupo superficial, o gastrocnêmio, e sóleo e o plantar. O grupo profundo é composto pelo poplíteo, flexor longo do hálux, flexor longo dos dedos e tibial posterior.

As duas cabeças do gastrocnêmio e o sóleo são referidos como tríceps da perna.

Os músculos que compõem o grupo profundo são o poplíteo, o flexor longo do hálux, como o nome diz atua principalmente na flexão do hálux, inserindo-se na base da falange distal.

O flexor longo dos dedos cujo tendão se divide em quatro tendões separados que fixam nas bases das quatro falanges distais.

A afirmativa de Soderberg, de que se sabe pouco sobre o tornozelo e o pé é correta, tendo em vista a controvérsia que envolve as ações do flexor longo do hálux e o flexor longo dos dedos.

Gray indicou que o flexor longo do hálux contribui significativamente para a propulsão do pé durante a marcha; contudo, Frenette e Jackson relataram que, embora não seja essencial nesse papel, o músculo é crucial na manutenção do equilíbrio durante a posição ereta.

### Crural lateral

Dois músculos compõem o grupo crural lateral, os fibulares longo e curto. Um septo intermuscular separa esse grupo dos grupos anterior e posterior. Ambos os músculos passam atrás do maléolo lateral para suas inserções na face plantar do pé.

Auxiliam a flexão plantar, embora suas principais contribuições sejam para a pronação do pé (eversão e abdução combinadas).

### CONSIDERAÇÕES MECÂNICAS SOBRE AS LESÕES DO TORNOZELO E DO PÉ

As lesões da articulação do tornozelo são o traumatismo mais comum em esportes. Funcionalmente a articulação em dobradiça sinovial permite apenas a dorsiflexão e flexão plantar.

Um movimento extremo em qualquer uma das duas direções pode ser lesivo mas é menos freqüente do que o movimento causado por forças dirigidas lateralmente que resultam em inversão ou eversão.

As lesões por inversão são responsáveis por 85% de todas as lesões do tornozelo. Em relação ao eixo da perna, as lesões por inversão também compreendem forças de adução e flexão plantar. Se o deslocamento articular é intenso o bastante para

lacerar parcial ou completamente ligamentos de sustentação, a face medial do tálus avança sobre o maléolo medial sobre o qual gira. Desse modo, os ligamentos laterais são submetidos a tensão e, caso a inversão continue, o maléolo medial pode sofrer uma fratura em geral numa direção vertical.



Nas lesões por eversão, o maléolo lateral que é mais longo que seu equivalente medial, torna-se sobrecarregado quando o pé se move lateralmente com referência à tibia e também se abduz e se dorsiflete.

O maléolo lateral impede que o tálus gire. Ao invés, o avanço do tálus sobre o maléolo lateral causa uma tensão extrema no tálus antes de traquirar os ligamentos mediais. Sobrevém comumente uma fratura fibular, às vezes com lesão do ligamento deltoíde, situado medialmente. A lesão dos ligamentos laterais é possível se o deslocamento da articulação prosseguir.

Johnson, Dowson e Wright relataram as diferentes influências de sapato de cano longo e curto sobre as lesões da articulação do tornozelo. Como se esperava, eles constataram que os sapatos de cano longo reduzem a tensão sobre os ligamentos colaterais durante a inversão e versão, tornando esse tipo de sapato mais seguro. Entretanto, como os sapatos de cano longo são mais pesados, eles são usados freqüentemente.

Constatou-se que os sapatos de cano curto têm o potencial de causar maior lesão ligamentosa, se o material for mecanicamente duro devido à restrição imposta ao movimento da articulação subtalar. Os autores recomendaram que, caso os sapatos de cano curto sejam usados, eles devem ser o mais flexível possível ao redor da articulação do tornozelo.

#### ANOTAÇÕES

## A MARCHA

"No primeiro ano de vida, há estreita relação entre as funções que aparecem e desaparecem e a evolução estrutural do sistema nervoso central. É fora de discussão que as funções mais elementares de sistemas mais primitivos vão sendo paulatinamente inibidas pelos sistemas hierarquicamente superiores (Jackson, J.)".

Compreendemos que a marcha na criança está além do desenvolvimento motor, mas unido a este encontramos as sensações experimentadas pelo bebê no decorrer do primeiro ano de vida como sendo de imensa importância para o deambular, assim como para fazê-lo de forma correta.

A postura do bebê deve ser vista e analisada do ponto de vista funcional e as compensações antálgicas que surjam devem ser corrigidas o mais precocemente possível.

O bebê começa a deambular entre os doze e quatorze meses iniciais da sua vida, porém isso dependerá, e muito, das experiências que ele vivenciará nesta fase.

### OS PRIMEIROS PASSOS:

Na verdade observamos os primeiros passos do bebê como sendo através do reflexo de apoio plantar (RAP) e marcha reflexa. Este teste neurológico serve para avaliar a maturidade a nível medular no bebê. Estes reflexos devem estar presentes até o segundo mês de vida.

Em torno dos nove meses de idade o bebê começa a ficar de pé com apoio, na verdade é nesta fase que o bebê começa a equilibrar-se na posição osteostática e assim se preparar para o início da marcha.

Depois dessa fase o bebê começa a experimentar o ficar de pé sem auxílio de um apoio; esta postura intermediária entre o começo da fase de equilíbrio e a marcha é quando o centro de gravidade começa a se ajustar para os primeiros passos.

**Marcha com apoio:** Uma vez atingida a posição de pé, tendo as mãos apoiadas, a criança dá passos com a base de sustentação muito alargada.

Apesar de começar a deambulação, a criança ainda utiliza o engatinhar para explorar o meio à sua volta.

**Marcha sem apoio:** Nesta fase a criança deambula, sem apoio das mãos, com a base de sustentação ainda muito alargada e muita instabilidade de equilíbrio.

O apoio plantar é feito basicamente pelo bordo medial dos pés e calcâneo. Em geral durante a marcha, atitude dos membros superiores, e de abdução das escapuloumerais, flexão dos cotovelos,

a fim de auxiliar no equilíbrio do corpo ao deslocar-se.

Somente quando a criança começa a andar é que aparecem as reações de equilíbrio na posição de pé.

Chamamos de alteração nesta fase a criança que ao deambular o faça com apoio, se andar nas pontas dos pés ou se claudicar.

O colocar a criança de pé, mesmo com apoio precocemente, pode levar a sérios danos a coluna espinhal, assim como deformidades nos joelhos que irão interferir na marcha.

### A MARCHA:

A terminologia marcha é descrita como referência às atividades de um membro. A maior unidade empregada à marcha é chamada de ciclo da marcha. No ato normal de caminhar, um ciclo de marcha começa quando o calcanhar do membro de referência contacta a superfície de sustentação, e este ciclo termina quando o calcanhar do mesmo membro contacta novamente o solo.

O ciclo da marcha divide-se em duas fases: a primeira de apoio e balanço e a segunda de dupla sustentação. Na marcha normal a fase de apoio constitui 60% do ciclo da marcha e é definida como o intervalo em que o pé do membro de referência está em apoio com o solo; a fase de balanço constitui 40% do ciclo da marcha, e é onde o membro de referência não contacta o solo. A dupla sustentação refere-se aos dois intervalos num ciclo da marcha em que o peso corporal está sendo transferido de um pé para o outro, e ambos os pés estão em contato com o solo, ao mesmo tempo.

### DETERMINANTES DA MARCHA:

Durante um ciclo completo, o centro de gravidade é deslocado duas vezes em seu eixo vertical. O pico se dá durante o meio da postura na fase estática quando a perna sustentadora de peso está vertical e seu ponto mais baixo quando as duas pernas estão sustentando peso com posição de apoiar o calcanhar e a outra em ponta de dedos.

**Rotação e inclinação pélvica:** A rotação pélvica visa diminuir a ondulação vertical, na qual a pelve oscila sobre um eixo da coluna lombar. O grau de compensação da pelve durante o passo também diminui o ângulo entre a pelve e a coxa e a perna e o solo. Por outro lado, a inclinação pélvica é uma queda da pelve do lado do balanceio. A perna de apoio está aduzida e a perna em movimento levemente aduzida, e fletida no quadril e joelho para se erguer do solo.

**Flexão do joelho na fase de apoio:** O joelho

durante a fase de apoio está completamente estendido quando o calcanhar toca o solo, o que inicia a fase de apoio para a perna. Quando o corpo se desloca sobre o seu centro de gravidade o joelho flete, o corpo passa sobre o pé e o joelho gradualmente reestende até a extensão total no fim da fase de apoio.

O movimento conjugado entre o joelho e o tornozelo relaciona-se com a ondulação da pelve. No apoio do calcanhar, o tornozelo promove 90° de dorsiflexão e gradualmente flete em sentido plantar para se aplanar no solo quando o corpo se aproxima do centro de gravidade.

#### A ATIVIDADE MUSCULAR NA MARCHA:

Os músculos acionadores, estabilizadores e desaceleradores possuem um papel de grande importância para a realização da marcha.

Os músculos eretores da espinha elevam a pelve e os glúteos estabilizam o quadril, durante o desvio lateral da pelve. Os flexores do quadril iniciam a fase de movimento ocasionando um pêndulo nos músculos da coxa e perna.

O quadríceps exerce uma grande atividade muscular durante a marcha, assim como os abdominais, isquios-tibiais, gastrocnêmios, solear, psoas, piramidal, quadrado lombar.

Podemos observar que todos os músculos, até de cadeias musculares mais distantes, são solidários para a realização da marcha, e mais, que o estado psicossocial do indivíduo altera a marcha.

Observamos que um ato tão mecânico, e aparentemente simples, é tão complexo e envolve tantas articulações, músculos, centro de gravidade, equilíbrio, sistema nervoso central e periférico, e mesmo assim conseguimos realizar a marcha, na maioria das vezes, no primeiro ano de vida.

Durante muito tempo se pensou que quanto mais cedo o bebê ficasse de pé e treinasse a marcha, mais rápido e eficaz esta seria. Hoje sabemos que a deambulação necessita de todo um aprendizado, desde o nascimento até a maturação dos sentidos e sentimentos, e que as experiências que o bebê necessita vão além de colocá-lo de pé, mais de respeito a sua maturação, tempo para estimulá-lo visualmente, tátil e fazê-lo querer experimentar o mundo.

O caminhar é mais amplo do que o simples fato de conseguir dar alguns passos. É fazê-lo em direção ao bem estar, a segurança de fazê-lo sem medo do futuro, mais na confiança de que existe alguém capaz de ampará-lo no caso dele vir a tropeçar.

#### ANOTAÇÕES

## CONCLUSÃO

Sendo assim, a biomecânica é definida como a aplicação de princípios de engenharia a sistemas biológicos, ou o estudo de forças internas e externas geradas por, e atuantes sobre sistemas biológicos e dos efeitos dessas forças sobre cada parte do organismo humano.

A análise e avaliação do movimento humano, contudo, não necessariamente incluem contribuições de todos esses fatores. No entanto, boa parte deles são essenciais para o bom funcionamento das estruturas que formam o corpo lhe proporcionando um melhor desempenho e de forma eficiente.

Uma boa postura é a atitude que uma pessoa assume utilizando a menor quantidade de esforço muscular e, ao mesmo tempo, protegendo as estruturas de suporte contra traumas. Os desvios posturais tais como a lordose cervical, cifose dorsal, lordose lombar e escoliose podem levar ao uso incorreto de outras articulações, tais como as dos ombros, braços, articulações têmporo-mandibulares, quadris, joelhos e pés. Manter posturas erradas por tempo prolongado pode acarretar alterações posturais ocasionando enrijecimento das articulações vertebrais e encurtamento dos músculos.

Esses defeitos estruturais causam alterações das curvaturas normais da coluna vertebral, tornando-a mais vulnerável as tensões mecânicas e traumas.

### Lordose

É o aumento anormal da curva lombar levando a uma acentuação da lordose lombar normal (hiperlordose). Os músculos abdominais fracos e um abdome protuberante são fatores de risco. Caracteristicamente, a dor nas costas em pessoas com aumento da lordose lombar ocorre durante as atividades que envolvem a extensão da coluna lombar, tal como o ficar em pé por muito tempo (que tende a acentuar a lordose).

A flexão do tronco usualmente alivia a dor, de modo que a pessoa freqüentemente prefere sentar ou deitar.

### Cifose

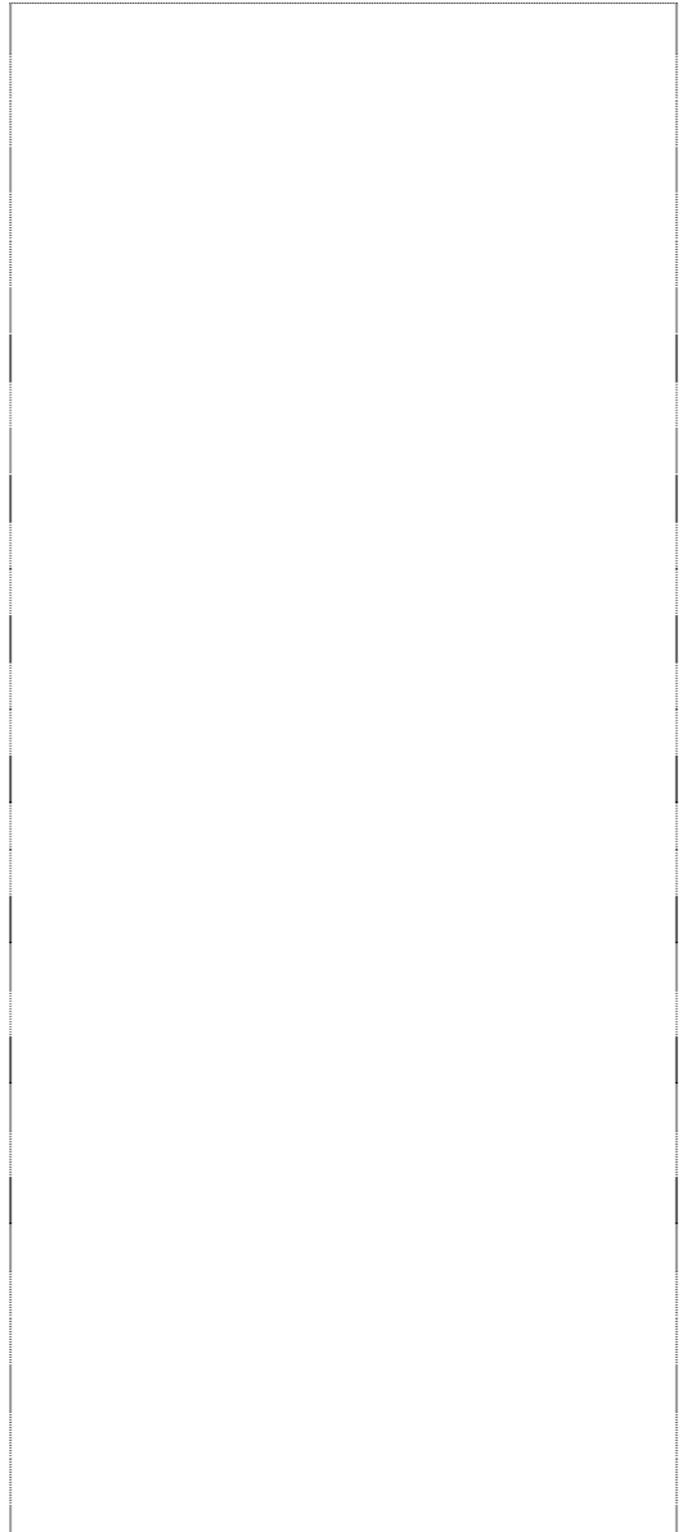
É definida como um aumento anormal da concavidade posterior da coluna vertebral, sendo as causas mais importantes dessa deformidade, a má postura e o condicionamento físico insuficiente. Doenças como espondilite anquilosante e a osteoporose senil também ocasionam esse tipo de deformidade.

### Escoliose

É a curvatura lateral da coluna vertebral, podendo ser estrutural ou não estrutural. A progressão da

curvatura na escoliose depende, em grande parte, da idade que ela inicia e da magnitude do ângulo da curvatura durante o período de crescimento na adolescência, período este onde a progressão do aumento da curvatura ocorre numa velocidade maior. O tratamento fisioterápico usando alongamentos e respiração são essenciais para a melhora do quadro.

### ANOTAÇÕES



## BIBLIOGRAFIA

- SACCO, ICN, TANAKA, C. **Cinesiologia e Biomecânica dos Complexos Articulares**. Ed. Guanabara Koogan, RJ, 2008.
- NEUMANN, D.A. **Cinesiologia do Sistema Musculoesquelético: Fundamentos para Reabilitação**. Editora: Guanabara Koogan; 1a ed, 2006.
- FRANKEL, V.H.; NORDIN, M. **Biomecânica Básica do sistema musculoesquelético**. Guanabara Koogan, RJ, 2003.
- NORKIN, C.C.; LEVANGIE, P.K. **Articulações estrutura e função : uma abordagem prática e abrangente**. 2a. ed. Ed. Revinter, SP, 2001.
- OKUNO, E.; FRATIN, L. **Desvendando a física do corpo humano: Biomecânica**. Editora Manole, SP, 2003.
- SALVINI, T.F. (Coord.). **Movimento Articular: Aspectos Morfológicos e Funcionais (Volume I - Membro Superior)**. Editora: Manole, 2005.
- AMADIO, A.C.; DUARTE, M. **Fundamentos biomecânicos para a análise do movimento**. Laboratório de Biomecânica, Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo, 1997.
- HAMILL, J.; KNUTZEN, K.M. **Bases biomecânicas do movimento humano**. Editora Manole, SP, 1999.
- WATKINS, J. **Estrutura e função do sistema musculoesquelético**. Artmed, Porto Alegre, 2001.
- LIEBER, R.L. **Skeletal Muscle Structure and Function. Implications for Rehabilitation and Sports Medicine**. Williams & Wilkins, Baltimore, 1992.
- NETTER, F.H. **Atlas de Anatomia Humana**. Art Med, Porto Alegre, 1998.
- NIGG, B.M.; HERZOG, W. **Biomechanics of musculo-skeletal system**. John Wiley & Sons, Chichester, 1994.
- WINTER, D.A. **Biomechanics and Motor Control of human movement**. John Wilwey & Sons Inc., Chichester, 1990



## Hino Nacional

Ouviram do Ipiranga as margens plácidas  
De um povo heróico o brado retumbante,  
E o sol da liberdade, em raios fúlgidos,  
Brilhou no céu da pátria nesse instante.

Se o penhor dessa igualdade  
Conseguimos conquistar com braço forte,  
Em teu seio, ó liberdade,  
Desafia o nosso peito a própria morte!

Ó Pátria amada,  
Idolatrada,  
Salve! Salve!

Brasil, um sonho intenso, um raio vívido  
De amor e de esperança à terra desce,  
Se em teu formoso céu, risonho e límpido,  
A imagem do Cruzeiro resplandece.

Gigante pela própria natureza,  
És belo, és forte, impávido colosso,  
E o teu futuro espelha essa grandeza.

Terra adorada,  
Entre outras mil,  
És tu, Brasil,  
Ó Pátria amada!  
Dos filhos deste solo és mãe gentil,  
Pátria amada, Brasil!

Deitado eternamente em berço esplêndido,  
Ao som do mar e à luz do céu profundo,  
Fulguras, ó Brasil, florão da América,  
Iluminado ao sol do Novo Mundo!

Do que a terra, mais garrida,  
Teus risonhos, lindos campos têm mais flores;  
"Nossos bosques têm mais vida",  
"Nossa vida" no teu seio "mais amores."

Ó Pátria amada,  
Idolatrada,  
Salve! Salve!

Brasil, de amor eterno seja símbolo  
O lábaro que ostentas estrelado,  
E diga o verde-louro dessa flâmula  
- "Paz no futuro e glória no passado."

Mas, se ergues da justiça a clava forte,  
Verás que um filho teu não foge à luta,  
Nem teme, quem te adora, a própria morte.

Terra adorada,  
Entre outras mil,  
És tu, Brasil,  
Ó Pátria amada!  
Dos filhos deste solo és mãe gentil,  
Pátria amada, Brasil!

## Hino do Estado do Ceará

Poesia de Thomaz Lopes  
Música de Alberto Nepomuceno  
Terra do sol, do amor, terra da luz!  
Soa o clarim que tua glória conta!  
Terra, o teu nome a fama aos céus remonta  
Em clarão que seduz!  
Nome que brilha esplêndido luzeiro  
Nos fulvos braços de ouro do cruzeiro!

Mudem-se em flor as pedras dos caminhos!  
Chuvas de prata rolem das estrelas...  
E despertando, deslumbrada, ao vê-las  
Ressoa a voz dos ninhos...  
Há de florar nas rosas e nos cravos  
Rubros o sangue ardente dos escravos.  
Seja teu verbo a voz do coração,  
Verbo de paz e amor do Sul ao Norte!  
Ruja teu peito em luta contra a morte,  
Acordando a amplidão.  
Peito que deu alívio a quem sofria  
E foi o sol iluminando o dia!

Tua jangada afoita enfune o pano!  
Vento feliz conduza a vela ousada!  
Que importa que no seu barco seja um nada  
Na vastidão do oceano,  
Se à proa vão heróis e marinheiros  
E vão no peito corações guerreiros?

Se, nós te amamos, em aventuras e mágoas!  
Porque esse chão que embebe a água dos rios  
Há de florar em meses, nos estios  
E bosques, pelas águas!  
Selvas e rios, serras e florestas  
Brotem no solo em rumorosas festas!  
Abra-se ao vento o teu pendão natal  
Sobre as revoltas águas dos teus mares!  
E desfraldado diga aos céus e aos mares  
A vitória imortal!  
Que foi de sangue, em guerras leais e francas,  
E foi na paz da cor das hóstias brancas!



**GOVERNO DO  
ESTADO DO CEARÁ**  
*Secretaria da Educação*