FACULDADE inet
Portaria de Credenciamento MEC nº 1.836
Núcleo de Extensão Universitária e Comunitária
Av. **Noel Nutels, nº 16, Cidade Nova I**

Cinesiologia Aplicada à Educação e Esportes

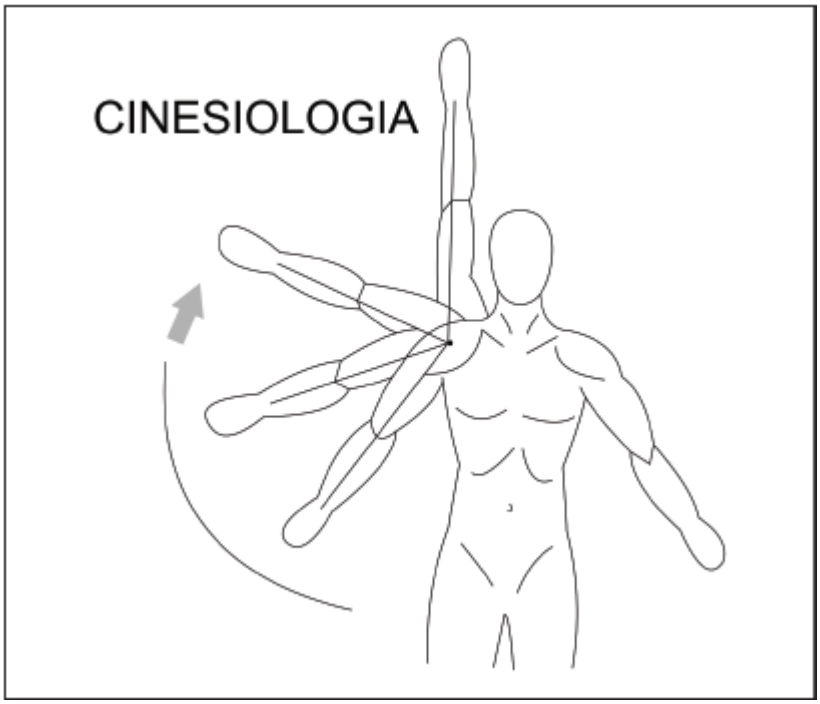
2015

Sumário

Conceitos e Aplicações da Cinesiologia 3
Primeiros estudos cinesiológicos 4
O Renascimento e um pouco mais... 5
Mecânica Funcional das Estruturas Ósseas, Musculares e Articulares 8
Movimentos da Cintura Escapular 8
Músculos Peitorais e Adjacências 10
Músculos das Costas e Adjacências 11
Movimentos do Ombro e Adjacências 13
Movimentos do Cotovelo e da articulação Radioulnar 18
Músculos dos Membros Superiores 19
Movimentos do Punho e da Mão 23
Principais músculos que atuam na articulação do punho 23
Movimentos da Coluna Vertebral 26
Músculos que atuam na coluna vertebral 29
Principais músculos responsáveis pela estabilidade da coluna vertebral 30
Movimentos da Pélvis, Quadril e Membros Inferiores 31
Movimentos do Joelho 31
Músculos que atuam na articulação do joelho 32
Músculos biarticulares que atuam no quadril e joelho 33
Movimentos do Tornozelo e Pé 33
Principais músculos do tornozelo e do pé e suas ações 34
Abordagens sobre as Alavancas 34
Elementos de uma Alavanca 34
Tipos de Alavancas 35
Momento de Alavanca ou Torque Mecânico (M) 36
Vantagem Mecânica (Vm) 37
Bioalavancas e Massas Segmentares 38
Massas Segmentares 38
Aplicando a Cinesiologia 39
Abordagens sobre Análise Cinesiológica 39
Formas para a Análise Cinesiológica 40
Fases da Análise Dedutiva para a Cinesiologia Estrutural e Funcional 41
Análises das Ações Articulares e Musculares 42

Conceitos e Aplicações da Cinesiologia

A Cinesiologia é uma área de estudo que tem como objetivo compreender os fundamentos do movimento humano a partir da criteriosa análise de suas estruturas anatômicas, especialmente, dos ossos e músculos esqueléticos. O termo Cinesiologia tem origem do grego (kinein = movimento; logos = estudo) e significa literalmente “estudo do movimento”.

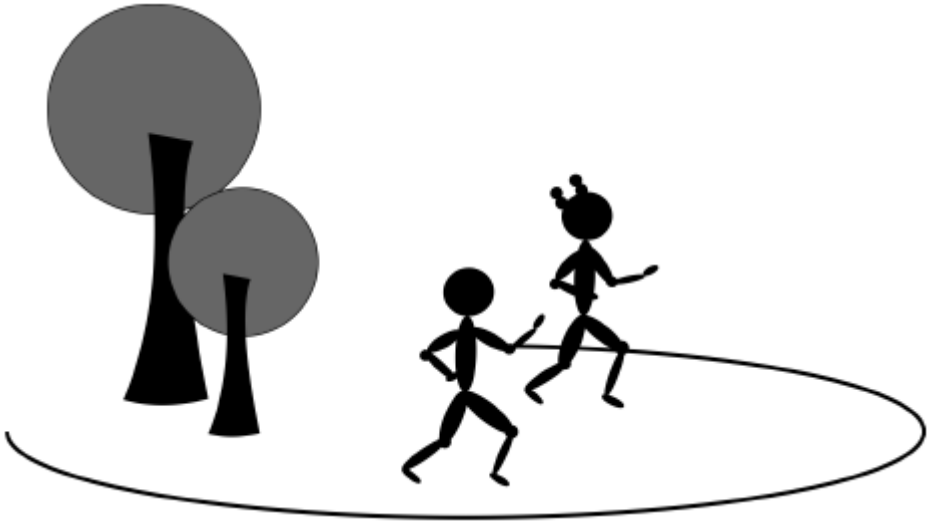


Por que estudar Cinesiologia?

Compreender o movimento humano na perspectiva anatômica e funcional é importante, uma vez que a história evolutiva do homem o moldou para a atividade física. Por exemplo, sabemos que a maioria das alavancas mecânicas no corpo humano é otimizada para desenvolver velocidade e não força; isto atesta que evoluímos com e para o movimento, afinal, nossos ancestrais tinham que ser velozes e assim aumentar a chance de sobrevivência em um mundo onde a regra era correr para não ser devorado por um animal feroz ou correr para tentar pegar algum animal para sua alimentação.

Outro aspecto que caracteriza a importância de estudar Cinesiologia diz respeito ao fato de que ao compreender as causas e efeitos do movimento, podemos, através do uso deste conhecimento, estabelecer os limites aceitáveis de estresse que as estruturas locomotoras do corpo humano são capazes de suportar. Isto assume especial importância na prescrição do exercício físico para as diferentes populações, tanto para a melhoria das capacidades físicas, quanto para a elucidação dos mecanismos que acarretam lesões no sistema muscular e esquelético humano.

Os benefícios da atividade física na promoção da saúde e da qualidade de vida são evidentes e amplamente conhecidos na comunidade científica, desde que a mesma considere as limitações e possibilidades de quem a pratica; por exemplo, a simples atividade de varrer uma casa, pode ser prejudicial à saúde se a postura corporal adotada não for adequada para esta atividade.



No mundo do esporte, a Cinesiologia também é fundamental; uma boa técnica na execução de um gesto locomotor em qualquer esporte, nada mais é do que o movimento realizado com habilidade, ou seja, com economia de energia e no menor tempo possível, configurando o que chamamos de movimento com elevada eficiência.

Os hábitos e estilos de vida que estão incorporados no cotidiano das pessoas, muitas vezes, contribuem para que o sedentarismo e todas as suas implicações na saúde das mesmas tenham aumentado significativamente nas últimas décadas. Por exemplo, a dependência do carro como meio de transporte, do controle remoto, às muitas horas diante da TV e do computador, do consumo do chamado lixo alimentar em excesso, são apenas alguns dos elementos que atestam que a falta de atividade física associada à chamada cultura alimentar tem como resultado os crescentes índices de obesidade em todas as idades.

Primeiros estudos cinesiológicos

Os primeiros estudos sobre o movimento humano de que se têm registros, foram realizados pelo grego Aristóteles (384 – 322 a.C.) nas obras De partibus animalium (partes dos animais); De motu animalium (o movimento dos animais) e De incessu animalium (progressão dos animais), ele descreve a ação dos músculos e analisa a marcha. Aristóteles (Figura 1) também

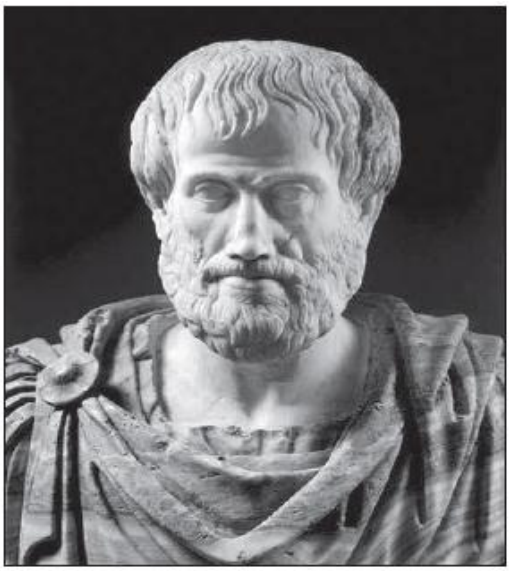


Figura 1- Aristóteles

identificou as alavancas mecânicas como alavancas anatômicas que atuam no movimento humano.

Outro importante nome na história da cinesiologia é o de Galeno (131 – 201 DC), sua obra na medicina foi hegemônica por mais de mil anos, dentre várias descobertas, podemos destacar seus estudos sobre a contração muscular e a constatação de que as artérias conduziam sangue e não ar como se pensava até então.

Aproximadamente nos mil anos subsequentes, ocorreu a chamada Idade Média (ou idade das trevas) e foram relativamente poucos os avanços científicos na área.

Neste período, ocorre a consolidação do cristianismo que, de alguma maneira, estava mais preocupado em exaltar as coisas da alma em detrimento do corpo.

O Renascimento e um pouco mais...

Por volta do ano de 1200 são fundadas as primeiras universidades europeias (Bolonha, Paris, Coimbra, dentre outras) e no ano de 1500 já existiam mais de 70 universidades na Europa. Tal cenário favoreceu o surgimento do Renascimento, época do resgate da razão e consolidação do conhecimento científico. São vários os pensadores que são expoentes desta época. Vejamos alguns deles.

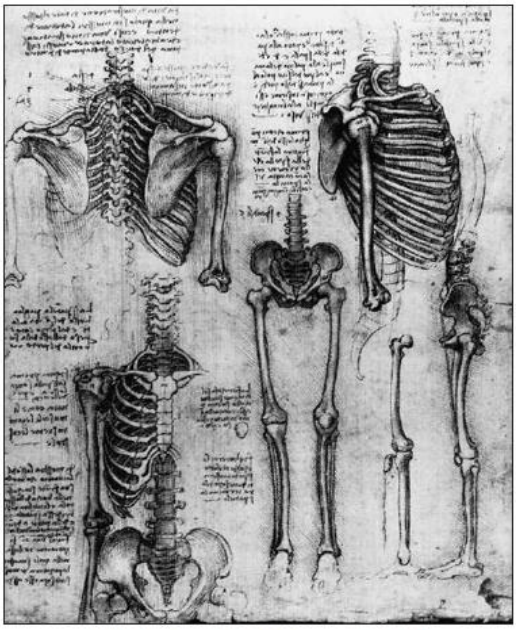


Figura 3 – Desenhos de Leonardo da Vinci

Leonardo da Vinci (1452 – 1519) – considerado o grande gênio do Renascimento, foi pintor, escultor, arquiteto, engenheiro, fisiólogo, mecânico, anatomista, músico, dentre outras funções.

Em Florença, na Itália, conseguiu autorização para dissecar cadáveres e em parceria com o médico Della Torre realizou mais de 200 desenhos de anatomia, onde mostrava detalhes da origem e inserção dos músculos. Descreveu o movimento humano em diversas situações locomotoras, notadamente, sobre a marcha humana, além de estudos que relacionavam o centro de gravidade com a capacidade de equilíbrio das pessoas.

Galileu Galilei (1564 – 1642) – nascido em Pisa (Itália), físico e matemático, foi pioneiro no desenvolvimento do método experimental. Com seus estudos, consolidou as bases da mecânica, realizou pesquisas sobre a queda dos corpos e sobre o movimento pendular.

Nessa época, um dos mais calorosos debates acadêmicos era a questão do geocentrismo versus heliocentrismo. O primeiro, adotado pela igreja católica, defendia que a terra era o centro do universo e todos os astros giravam ao seu redor. O heliocentrismo, por sua vez, defendia que o centro do universo era o sol e os planetas (inclusive a terra) giravam ao seu redor. Com o incentivo do Papa Urbano VIIIVIIIVIIIVIII, realizou pesquisas sobre o tema, entretanto, o Santo Ofício (inquisição) entendeu que ele não poderia ter realizado, como cientista, interpretações dos livros sagrados (Bíblia) uma vez que não era teólogo. Foi condenado à prisão por tempo “indeterminado”.

Alfonso Borelli (1608 – 1679) – fisiologista e matemático napolitano, considerado o pai da biomecânica por seus estudos sobre a mecânica do movimento humano. Também realizou pesquisas sobre os componentes do sangue; foi acusado pela inquisição pelos mesmos motivos que Galileu, mas recebeu proteção da rainha Cristina da Suécia que garantiu a publicação dos dois volumes de seu livro De motu animalium (sobre o movimento dos animais).

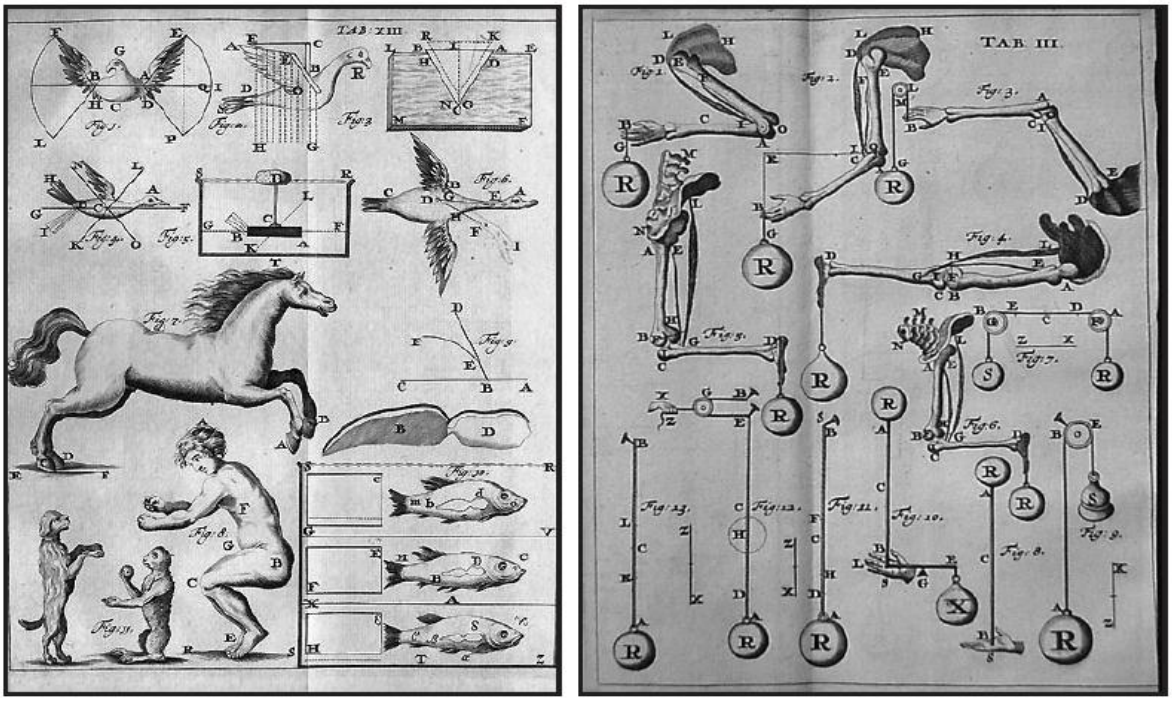


Figura 4 – Desenhos de Borelli

Borelli errou na tentativa de explicar a contração muscular ao propor que a mesma seria resultante da agitação do gás nervoso dentro dos canais nervosos (nervos). Entretanto, é importante ressaltar que nessa época a ciência desconhecia a eletricidade e as unidades contráteis que hoje sabemos existir no tecido muscular.

Isaac Newton (1642 – 1727) – físico, matemático e astrônomo inglês, publicou seu mais importante trabalho em 1687, “Princípios matemáticos de filosofia natural”, onde fundamentou as bases da mecânica clássica com as três leis do movimento e a gravitação universal. Tais estudos comprovaram

cabalmente a chamada teoria copernicana do heliocentrismo e possibilitaram importantes avanços nos estudos sobre o movimento locomotor humano.

James Keill (1673 – 1719) – médico e filósofo escocês que se dedicou a desenvolver métodos matemáticos na fisiologia. Dentre vários estudos, destacam-se aqueles relativos às secreções e à quantidade de sangue no corpo, a força exercida pelo coração e a contração muscular. Para ele, a contração muscular era resultado na mudança da forma da fibra muscular que ao se encurtar durante a contração tornava-se esférica.

Willian Cheselden (1688 – 1752) – médico inglês que desenvolveu e aprimorou várias técnicas cirúrgicas, como a operação de catarata e a de retirada de pedras dos rins.

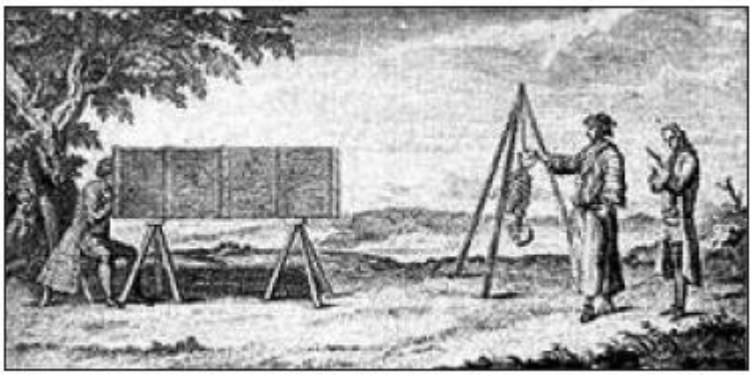


Figura 5 – Câmera escura usada por Cheselden

Entretanto, sua maior contribuição para a cinesiologia se refere aos estudos de anatomia, especialmente a osteologia. Utilizava uma câmera escura para desenhar o esqueleto humano (Figura 5). Seu livro Anatomia do corpo humano foi obra de referência para várias gerações de estudantes.

Marie Françoise Bichat (1771 – 1802) – anatomista e fisiologista francês que identificou os diferentes tecidos no corpo humano. Realizou importantes avanços na sistematização da anatomia e foi o primeiro a descrever a membrana sinovial.

Edward Muybridge (1830 – 1904) – fotógrafo inglês que desenvolveu a técnica da fotografia sequencial e um dos pioneiros no desenvolvimento da filmografia. Realizou mais de 40.000 registros do movimento dos animais e do movimento humano.

Ettiénne Marey (1830 – 1904) – médico e inventor francês que em parceria com Muybridge, realizou estudos sobre o movimento humano. Desenvolveu e aprimorou técnicas de filmagem em câmera lenta e publicou vários trabalhos explicando o movimento de animais e de humanos em diferentes situações (Figura 6).

Jules Amar (1879 – 1935) – fisiologista francês que estudou o movimento humano, especialmente no mundo do trabalho. Sua obra O motor humano, publicado em 1914, é considerado o primeiro livro de ergonomia.

Mecânica Funcional das Estruturas Ósseas, Musculares e Articulares

Movimentos da Cintura Escapular

A cintura escapular é uma estrutura bastante instável, pois não existe ligação óssea entre as escápulas; sua estabilidade e todo esforço que atuar sobre a mesma será transferido para coluna vertebral exclusivamente através da musculatura que compõe a região. A única articulação entre a cintura escapular e o esqueleto axial é a pequena área de contato entre a porção medial da clavícula e o manúbrio na parte superior do esterno.

As clavículas e escápulas formam a chamada cintura escapular (figura 1).

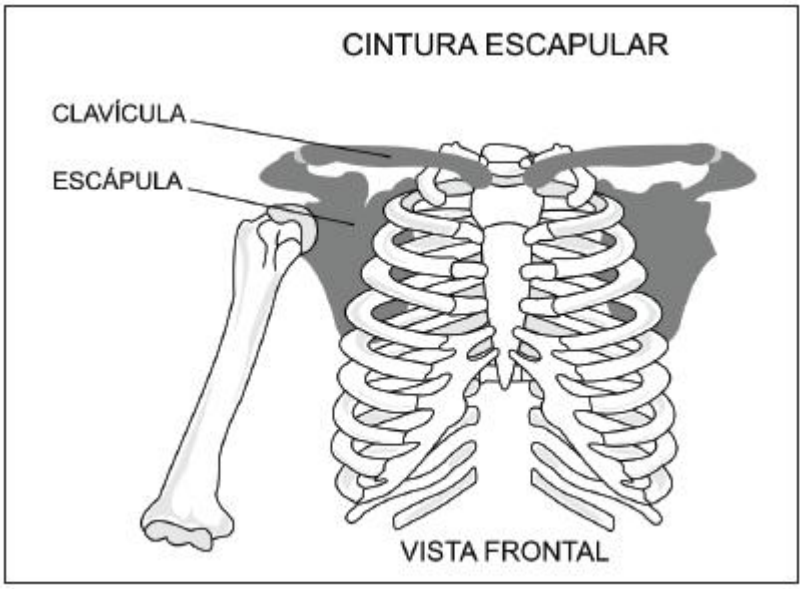


Figura 1 – Cintura escapular

Esta arquitetura da cintura escapular é fruto de adaptações que o homem tem sofrido ao longo de milhares de anos, se de um lado a cintura escapular é uma estrutura frágil e instável quando comparada, por exemplo, com a cintura pélvica, é fato que a mesma apresenta alta mobilidade e possibilita a execução de movimentos complexos e precisos.

É importante ressaltar que usualmente os movimentos da cintura escapular são identificados a partir do movimento realizado pela escápula, uma vez que à clavícula cabe se movimentar para o posicionamento da escápula em relação à parede torácica. Por exemplo, toda vez que movimentamos o braço, a escápula se posiciona de modo a facilitar a movimentação do mesmo, colocando a cavidade glenoide na melhor posição para o encaixe da cabeça do úmero.

O quadro abaixo mostra os músculos que atuam na cintura escapular e os movimentos que realizam; onde um músculo será considerado Motor Primário (MP) quando o mesmo for o principal executor do movimento indicado; quando o músculo auxiliar na realização de um movimento ele será denominado acessório.

Quadro 1 – Músculos e movimentos da cintura escapular

Grupos Musculares	Elevação	Depressão	Abdução	Adução	Rotador Superior	Rotador Inferior
Subclávio		Acessório				
Peitoral Menor		MP	MP			MP
Serrátil			MP		MP	
Trapézio I	MP					
Trapézio II	MP			Acessório	MP	
Trapézio III				MP		
Trapézio IV		MP		Acessório	MP	
Elevador Escápula	MP					
Romboide	MP			MP		MP

MP: motor primário

A partir de agora, veremos a localização, a origem, a inserção e ação de cada um dos músculos apresentados no quadro 1. Trata-se de um conhecimento fundamental para a compreensão Cinesiológica do movimento humano.

Subclávio

Pequeno músculo localizado abaixo da clavícula, tem sua Origem na superfície superior da 1ª costela e sua Inserção ao longo do meio da superfície inferior da clavícula. A Figura 2 mostra a localização do mesmo.

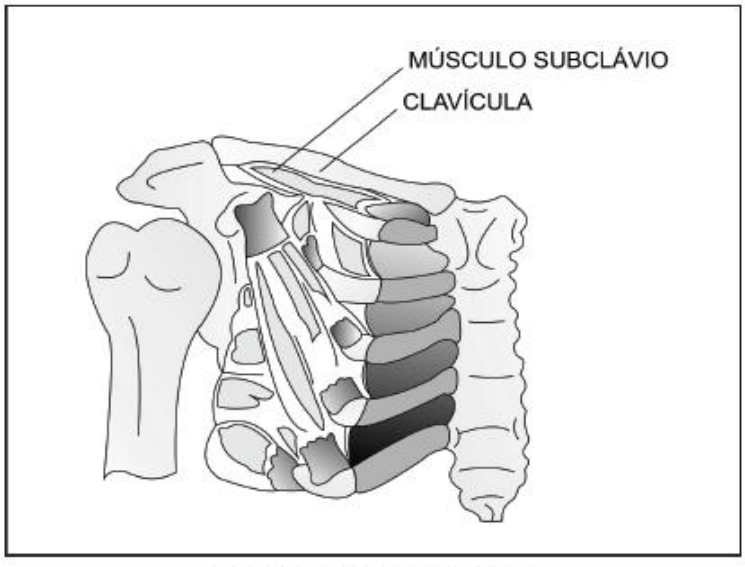


Figura 2 – Músculo subclávio

Sua principal ação é tracionar medialmente a clavícula, fixando-a no esterno.

Músculos Peitorais e Adjacências

Peitoral Maior

O peitoral maior tem sua origem na borda anterior da clavícula, esterno e cartilagens das seis primeiras costelas.

Figura 3 – Músculo peitoral Maior

Sua inserção acontece na borda externa da goteira bicipital (seu tendão é plano) do úmero. A porção clavicular do mesmo é responsável pela flexão do ombro, auxiliando também a abdução do mesmo. Sua porção externa é motor primário da extensão e adução do ombro.

Na adução horizontal, a porção externa e clavicular atuam juntas, sendo, portanto um movimento importante para o fortalecimento global do músculo.

Entretanto, a perda do peitoral, por exemplo, por lesões neurológicas, dificulta significativamente a realização de movimentos que requeiram muita força.

Peitoral Menor

Pequeno músculo localizado na parte superior do tórax, abaixo do peitoral maior, apresenta sua origem na 3ª, 4ª e 5ª costelas e sua inserção na extremidade do processo coracoide.

Sua principal ação é atuar como motor primário a abdução e rotação para baixo da escápula. Atua também na respiração profunda e forçada.

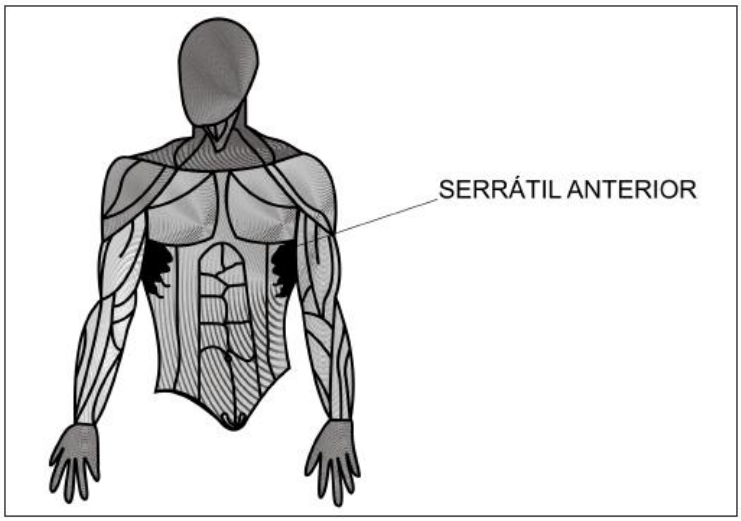


Figura 4 – Serrátil anterior

Serrátil

O Serrátil apresenta forma serrilhada e está localizado abaixo das axilas.

Sua origem está localizada na superfície externa e lateral das oito ou nove primeiras costelas e sua inserção na superfície anterior da borda medial da escápula, do ângulo

superior ao inferior. As principais ações são a Protração (porção superior) da escápula e rotação (porção inferior), além de atuar na respiração.

Músculos das Costas e Adjacências

Trapézio

Grande músculo localizado na parte superior das costas que possui quatro unidades funcionais, usualmente conhecidas por porções.

Alguns cinesiologistas consideram tais porções como unidades funcionais e musculares independentes, são elas:

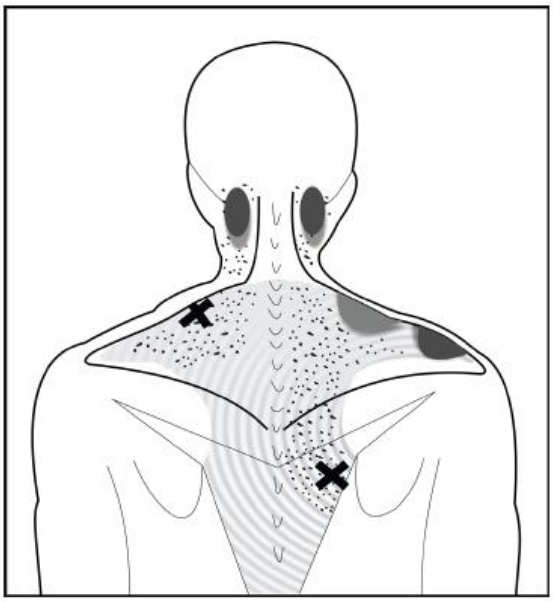


Figura 5 – Trapézio

Porção 1: composta por fibras que se originam na base do crânio e descem até a porção distal da clavícula.

Porção 2: composta por fibras musculares que se estendem dos ligamentos do pescoço até o acrômio.

Porção 3: a mais potente das porções do trapézio é composta por fibras que se originam da 7ª vértebra cervical e das três primeiras torácicas que vão se inserir na espinha da escápula.

Porção 4: composta por fibras que se originam nas vértebras torácicas inferiores e se inserem na espinha da escápula.

Entretanto, quando considerado sob o ponto de vista anatômico, estas quatro porções constituem um único músculo que apresenta origem na base do crânio e processos espinhosos da 7ª vértebra cervical até a 12ª vértebra torácica. Sua inserção ocorre no terço lateral da clavícula; acrômio e espinha escapular.

As ações realizadas pelo trapézio são a elevação da escápula pelas fibras superiores (porções 1 e 2); a retração e adução escapular realizada pelas fibras intermediárias (porções 2 e 3) e as inferiores (porções 3 e 4) deprimem a

mesma. Quando as porções superior e inferior agem conjuntamente é realizada a rotação da escápula.

Elevador da Escápula

Pequeno músculo localizado abaixo da porção superior do trapézio que apresenta origem no processo transverso das 4ª ou 5ª primeiras vértebras cervicais.

Sua inserção ocorre na borda medial da escápula até o ângulo superior. Como o próprio nome informa, sua principal função é elevar a escápula e manter a postura natural da mesma.

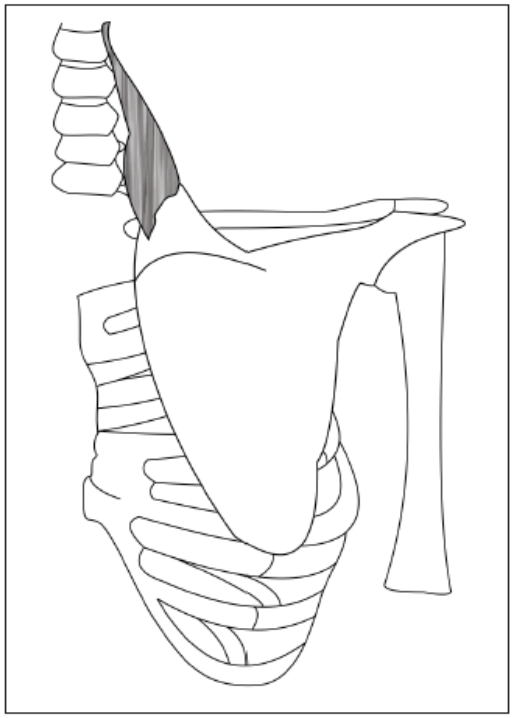


Figura 6 – Elevador da escápula

Romboide

O músculo romboide está situado abaixo da porção média do trapézio e apresenta origem nos processos espinhosos das vértebras 7ª cervical até a 5ª torácica.

Realiza inserção na borda medial da escápula, da espinha até o ângulo inferior. Sua principal ação é realizar a adução do ângulo inferior da escápula (ou seja, gira a escápula para baixo, na direção da coluna vertebral). Limita a rotação escapular auxiliando no posicionamento da cavidade glenoide.

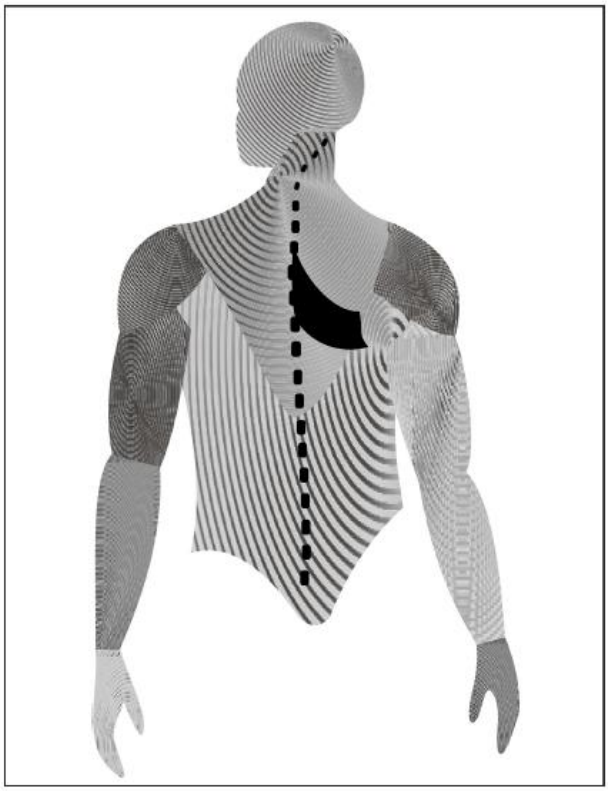


Figura 7 – Músculo romboide

Movimentos do Ombro e Adjacências

O ombro é constituído pela junção do úmero na cavidade glenoide da escápula sendo a mais móvel articulação do corpo humano.

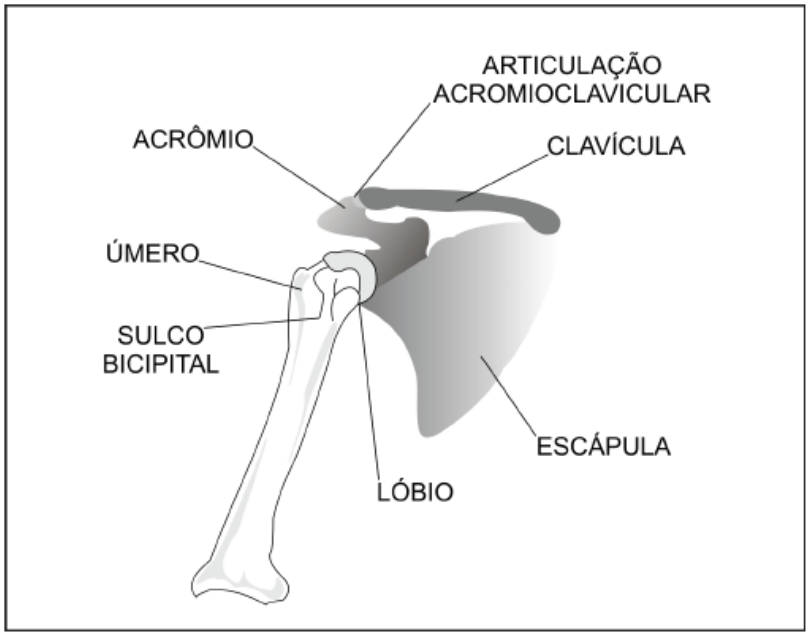


Figura 8 – Articulação do ombro

A articulação do ombro é protegida e estabilizada parcialmente pelo acrômio, pelo processo coracoide e pelos ligamentos coracoacromial, coracoumeral e glenoumerais que juntos com os tendões de músculos que por ela passam, auxiliam na funcionalidade da mesma.

No quadro 2 apresentamos os músculos e movimentos que acontecem no ombro. Lembrando que Motor Primário (MP) se refere à principal ação do músculo e Acessório (Acess) quando o mesmo auxilia no movimento indicado.

Quadro 2 – Músculos e movimentos na articulação do ombro

Grupos Musculares	Flexão	Extensão	Abdução	Adução	Rotação Interna	Rotação Externa	Flexão Horizontal	Extensão Horizontal
Deltoide Anterior	MP		Acessório		Acessório		MP	
Deltoide Médio			MP					MP
Deltoide Posterior		Acessório				Acessório		MP
Supraespinhal			MP			Acessório		
Peitoral (Clavícula)	MP		Acessório		Acessório		MP	
Peitoral (Esterno)		MP		MP	Acessório		MP	
Coracobraquial	Acessório			Acessório	Acessório	Acessório	MP	
Subescapular	Acessório		Acessório	Acessório	MP		Acessório	
Grande Dorsal		MP		MP	Acessório			Acessório
Redondo Maior		MP		MP	MP			Acessório
Infraespinhal						MP		MP
Redondo Menor						MP		MP
Bíceps (Longo)			Acessório					
Bíceps (Curto)	Acessório			Acessório	Acessório		Acessório	
Tríceps (Longo)		Acessório		Acessório				

Deltoide

O músculo deltoide possui três porções, a anterior, a média e a posterior.

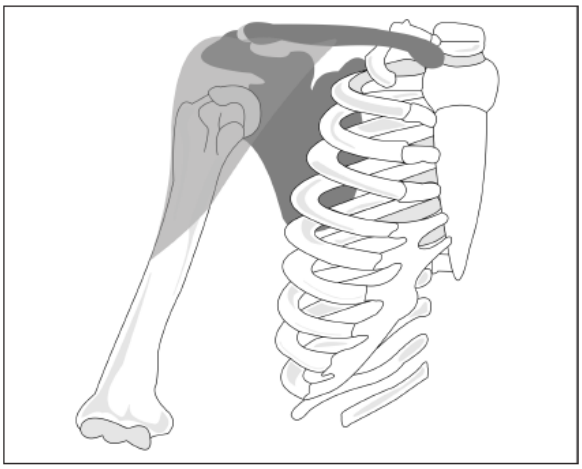


Figura 9 – Músculo deltoide

A inserção do deltoide se dá na tuberosidade do úmero, próximo a porção medial do mesmo.

Suas três porções possuem ações bem específicas; a Porção Anterior é responsável pela flexão e flexão horizontal do ombro e ajuda na rotação interna e abdução. A Porção Média realiza a abdução e abdução horizontal. A Porção Posterior é responsável pela abdução horizontal, ajudando na extensão e rotação externa do ombro.

O deltoide é um importante músculo estabilizador da articulação, atingindo os maiores potenciais de ação para ângulos superiores a 90 graus.

Qualquer perda funcional de qualquer porção do deltoide comprometerá as tarefas cotidianas do indivíduo. Por exemplo, a perda da porção posterior impede colocar a mão na região lombar e a perda da porção anterior dificulta colocar a mão no nível do rosto.

Supra espinhoso

Localizado abaixo da porção 2 do trapézio, ocupando a fossa supra espinhal, apresenta sua origem na fossa supra espinhal.

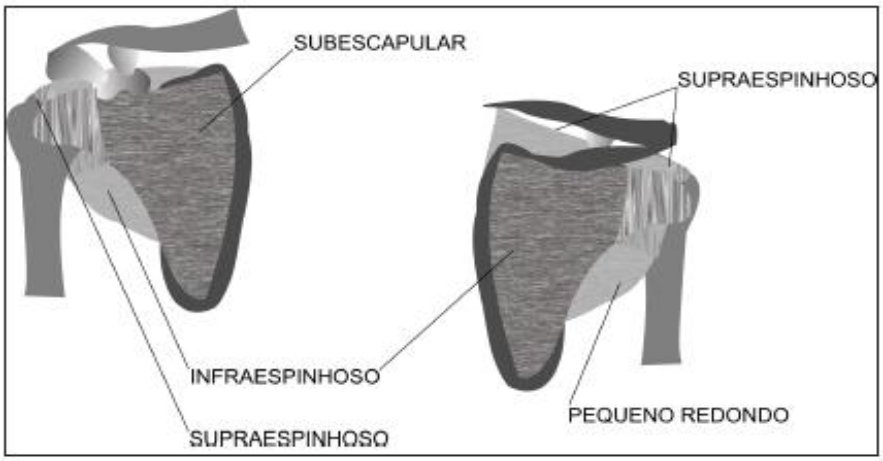


Figura 10 – Músculo Supra espinhoso

Sua inserção está localizada no tubérculo maior do úmero e sua principal ação é a realização da abdução do ombro, auxiliando também na rotação externa do mesmo.

Coracobraquial

O músculo Coracobraquial possui origem no processo coracoide da escápula e sua inserção ocorre na porção antero medial do úmero.

Sua principal ação é a adução horizontal do ombro, além de auxiliar na flexão do mesmo. O coracobraquial é também um estabilizador do complexo articular do ombro.

Grande Dorsal

O músculo grande dorsal tem sua origem nos processos espinhosos das seis vértebras torácicas inferiores e todas lombares, a crista ilíaca e as três costelas inferiores. Tamanha origem justifica sua grande área composta por fibras musculares que convergem até sua inserção no sulco inter tubercular do número.

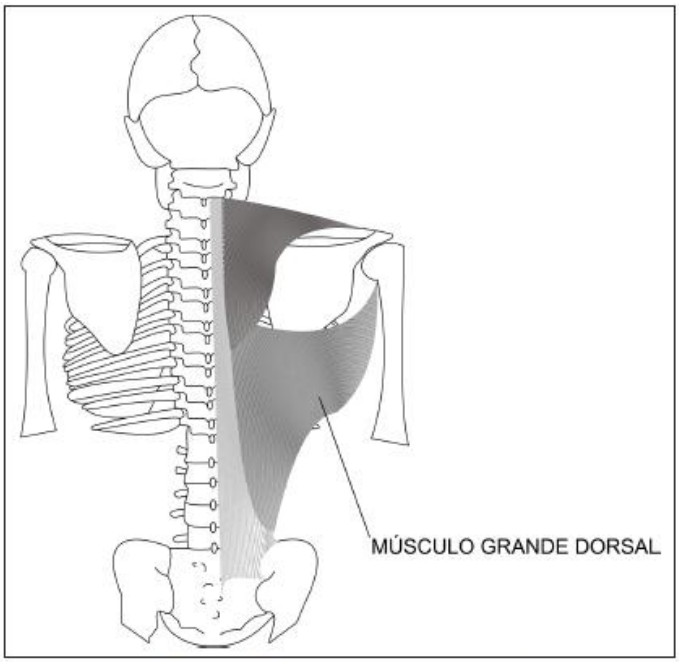


Figura 12 – Músculo Grande Dorsal

Sua ação é de motor primário na adução, extensão, hiperextensão do ombro, auxiliando na abdução horizontal e rotação interna. Sua incapacidade funcional desloca o ombro à frente, resultado da ação dos peitorais.

Redondo Maior

Músculo que apresenta origem no ângulo inferior da escápula, inserindo-se na goteira bicipital do úmero.

Quanto à sua ação é motor primário na adução, extensão, rotação interna do ombro. É também estabilizador da articulação quando o indivíduo segura um objeto. Alguns cinesiologistas o consideram como um músculo auxiliar do Grande Dorsal.

Redondo Menor e Infra espinhal

A origem do Redondo Menor é a superfície costal da borda lateral da escápula e a origem do Infra espinhal é a fossa infra-espinhal. Ambos se inserem no tubérculo maior do úmero.

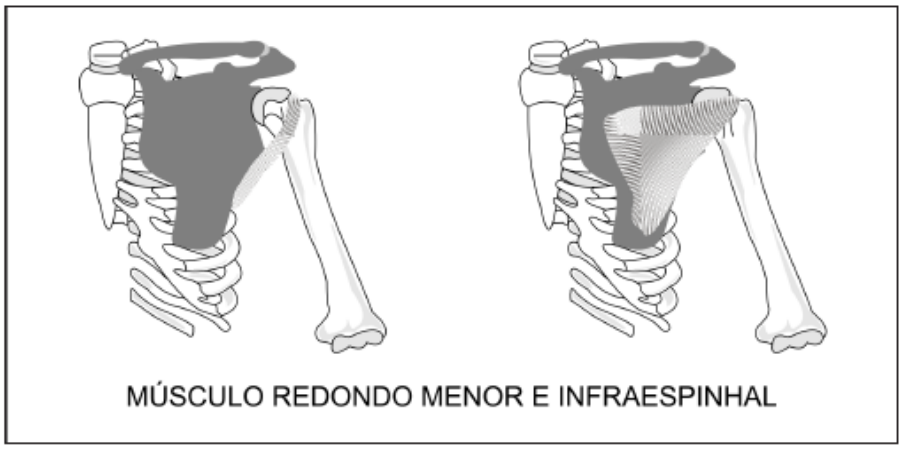


Figura 14 – Músculos Redondo Menor e Infraespinhal

Situados na porção posterior da escápula apresentam as mesmas ações de rotacionar externamente o ombro e de realizar a extensão horizontal do mesmo.

Subescapular

Localizado junto à parede torácica, apresenta origem na superfície costal da escápula e inserção no tubérculo menor do úmero.

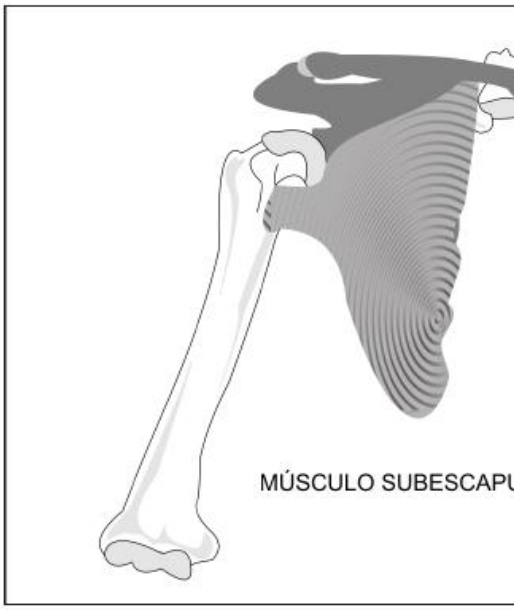


Figura 15 – Músculo Subescapul

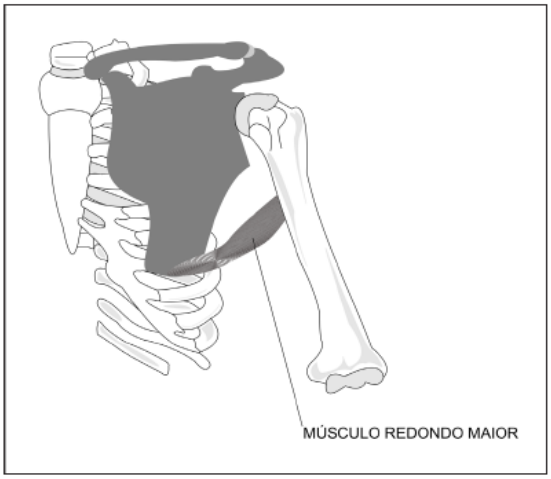


Figura 13 – Músculo Redondo Maior

Sua principal ação é ser motor primário da rotação interna do ombro. É também um importante músculo estabilizador do ombro, auxiliando na integridade articular.

Manguito Rotador

O chamado Manguito Rotador é um conjunto de tendões musculares que comprime a cabeça do úmero na cavidade glenoide, isto aumenta a estabilidade da articulação. Os músculos que compõem este manguito são: subescapular, supra espinhal, infra espinhal e redondo menor.

Figura 16 - Manguito Rotador

Movimentos do Cotovelo e da articulação Radioulnar

A cintura escapular é uma estrutura bastante instável, pois não existe ligação óssea entre as escápulas; sua estabilidade e todo esforço que atuar sobre a mesma será transferido para coluna vertebral exclusivamente através da musculatura que compõe a região. A única articulação entre a cintura escapular e o esqueleto axial é a pequena área de contato entre a porção medial da clavícula e o manúbrio na parte superior do esterno.

As clavículas e escápulas formam a chamada cintura escapular.

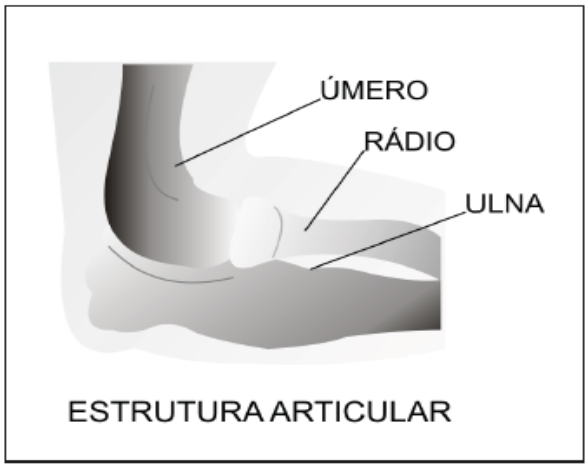


Figura 17 – Estrutura articular entre úmero, rádio e ulna

Quadro 3 - Músculos e movimentos realizados no cotovelo

Grupos Musculares	Flexão	Extensão	Pronação	Supinação
Bíceps braquial	MP			Acessório
Braquial	MP			
Braquiorradial	MP		Acessório	Acessório
Pronador redondo	Acessório		Acessório	
Pronador quadrado			MP	
Tríceps braquial		MP		
Ancôneo		Acessório	Acessório	
Supinador				MP
Flexores carpo	Acessório		Acessório	
Palmar longo	Acessório			
Extensores do carpo		Acessório		Acessório
Extensor dos dedos		Acessório		
Extensor longo polegar				Acessório
Abdutor longo polegar				Acessório

(MP = Motor primário)

O cotovelo possui amplitude média de 150 graus, sendo limitada na flexão pela massa muscular e na extensão a limitação é decorrente do contato entre o olecrano da ulna e o úmero. Na seção a seguir, veremos a ação de cada um deles, além de sua origem e inserção.

Músculos dos Membros Superiores

Tríceps Braquial

Importante músculo biarticular que apresenta três origens, são elas: a porção longa (na escápula); a porção lateral (da diáfise até o tubérculo maior); e a porção medial (dorso inferior do úmero). Sua inserção se dá através de um único tendão no olecrano da ulna. Sua ação é de motor primário da extensão do cotovelo.

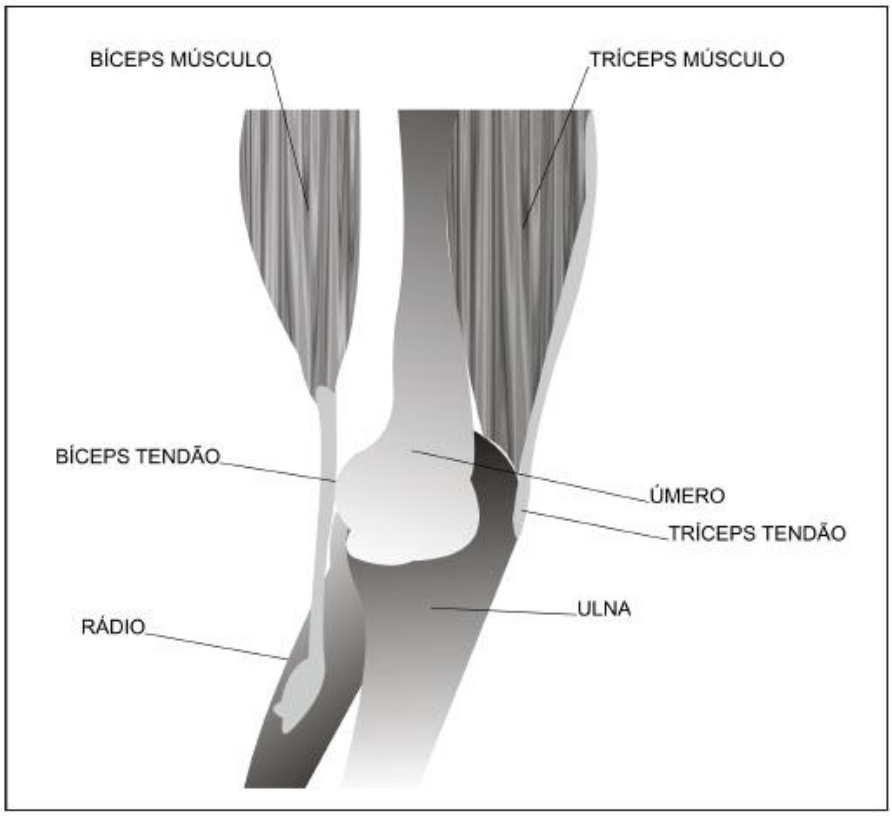


Figura 18 – Inserção do tríceps na ulna

Ancôneo

O pequeno músculo ancôneo tem origem localizada no epicôndilo lateral do úmero e se insere no olecrano da ulna e 1/4 proximal da face posterior da diáfise da ulna. Sua ação é de extensor do cotovelo, além de participar da pronação.

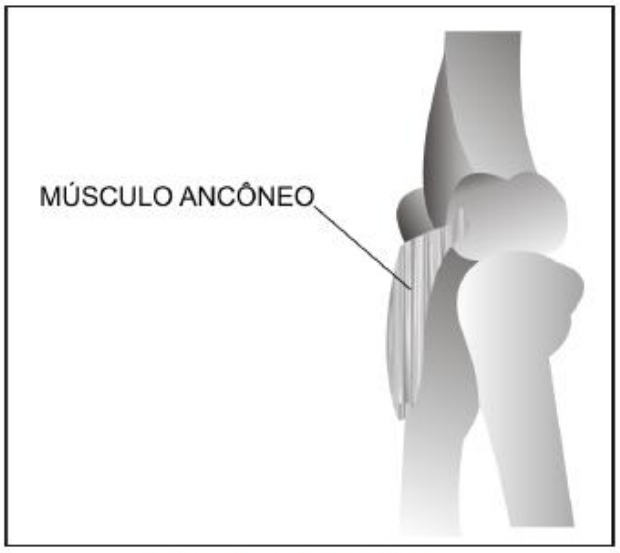


Figura 19 - Músculo Ancôneo

Bíceps Braquial

Importante músculo biarticular o bíceps braquial possui duas origens, a porção longa do mesmo tem origem na parte superior da cavidade glenoide; a porção curta, por sua vez, tem origem no processo coracoide da escápula.

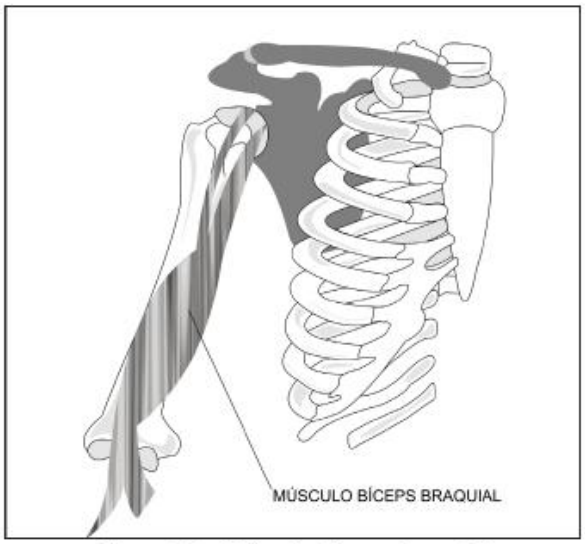


Figura 20 – Músculo Bíceps Braquial

Sua inserção está localizada na tuberosidade do rádio. Na articulação do cotovelo, sua principal ação é a de flexão do mesmo, entretanto, na articulação Radioulnar auxilia na supinação.

Braquiorradial

O músculo Braquiorradial tem sua origem na crista supra condilar do úmero e no septo lateral. Sua inserção está localizada no processo estiloide do rádio.

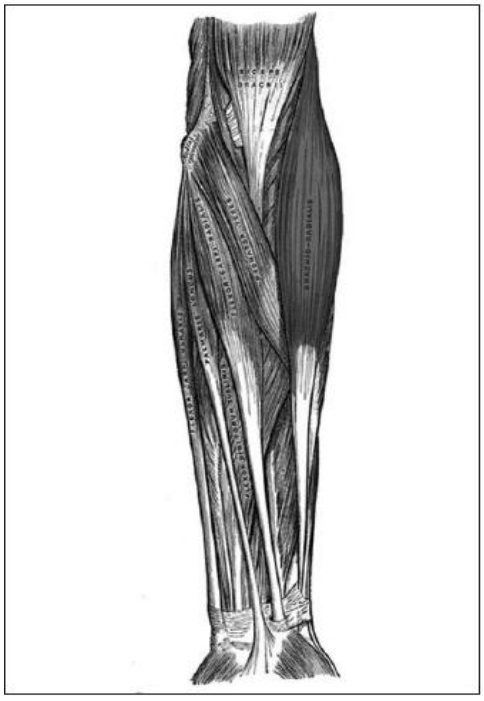


Figura 21 – Músculo Braquiorradial

Sua principal ação é a de flexão do cotovelo, além de auxiliar na supinação.

Braquial

Localizado abaixo do bíceps braquial e com origem no terço médio do úmero e inserção na tuberosidade da ulna. Sua principal ação é a flexão do cotovelo.

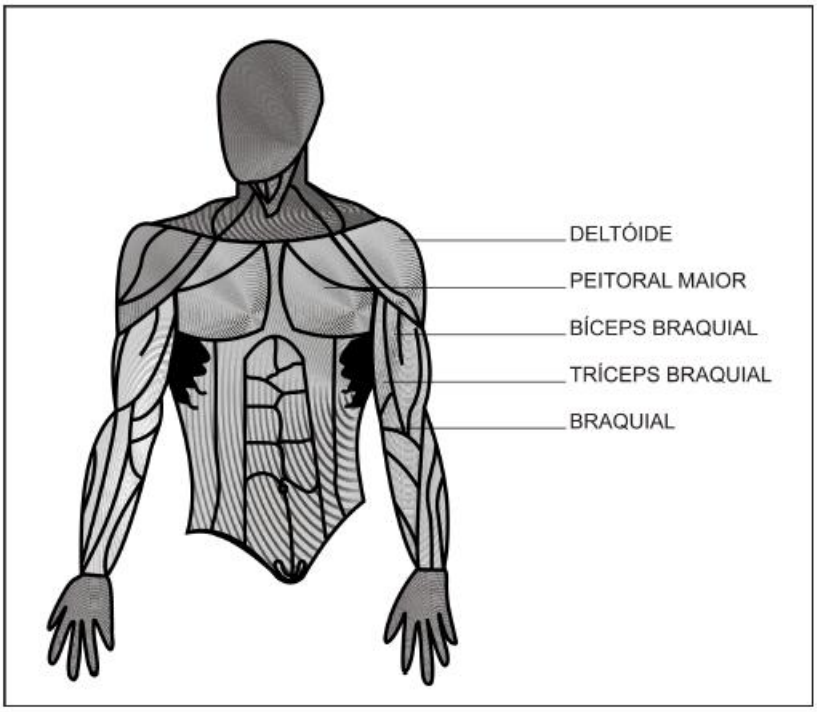


Figura 22 – Músculo braquial

Pronador Redondo

Situado abaixo do braquiorradial, o Pronador redondo tem origem no epicôndilo medial do úmero e processo coronoide da ulna. Sua inserção está localizada na superfície central lateral do rádio.

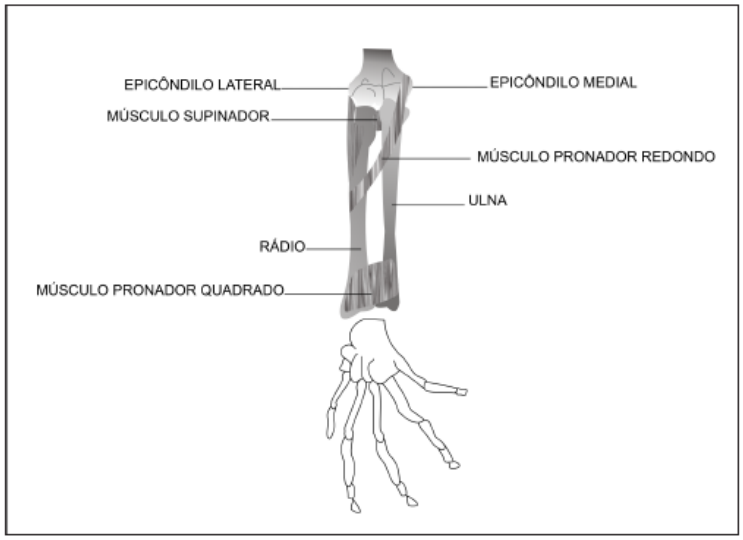


Figura 23 – Músculos Pronador Redondo e Pronador Quadrado

Sua ação é de auxiliar a pronação na articulação Radioulnar e na flexão da articulação do cotovelo.

Pronador Quadrado

Com origem na porção anterior distal da ulna e inserção na porção anterior distal do rádio.

Supinador

Com origem no epicôndilo lateral do úmero e crista supinadora ulnar. Sua inserção está localizada na terça parte proximal lateral do rádio.

Movimentos do Punho e da Mão

A mão humana é capaz de realizar movimentos com elevada precisão e velocidade, composta por vinte e sete ossos e trinta e três músculos unidos por mais de vinte articulações que atestam sua complexidade anatômica.

Ao longo de milhões de anos, a mão sofreu várias adaptações, sendo a mais importante a capacidade de posicionar o polegar em oposição com os outros dedos. Tal fato possibilitou a execução do movimento de pinçamento que facilitou a manipulação de objetos e, milhões de anos depois, o surgimento da escrita.

A Figura 24, mostra os ossos da mão e sua denominação usual, observe que o polegar não tem a falange medial e os outros dedos possuem três falanges (proximal, média e distal).

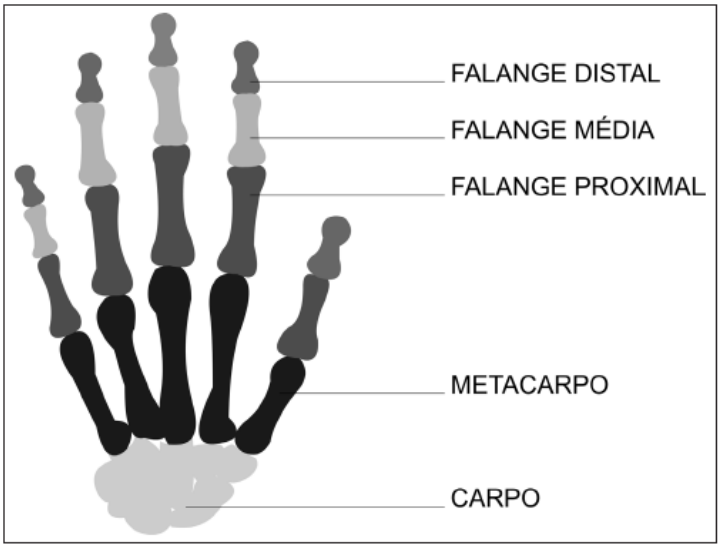


Figura 24 – Ossos da mão

Principais músculos que atuam na articulação do punho

Os principais músculos que atuam no punho (complexo articular entre o rádio, ulna e os ossos do carpo) são flexores e extensores do mesmo, sendo que vários deles atuam também nas articulações carpo metacárpicas, metacarpo falangeanas e Interfalangeanas.

As principais funções dos músculos extensores do punho são a estabilização e o posicionamento do mesmo em movimentos que envolvam os dedos, com destaque para o movimento de fechamento das mãos.

O quadro, a seguir, mostra os músculos do punho e os movimentos que realizam. Vale lembrar que os motores Primários (MP) são os mais importantes.

Quadro 4 - Músculos do punho e os movimentos possíveis

Grupos Musculares	Flexão	Extensão	Abdução	Adução
Flexor radial do carpo	MP		MP	
Flexor ulnar do carpo	MP			MP
Palmar longo				
Extensor radial longo do carpo		MP	MP	
Extensor radial curto do carpo		MP	MP	
Extensor ulnar do carpo		MP		MP
Flexor profundo dos dedos	Acessório			
Flexor superficial dos dedos	Acessório			
Extensor dos dedos		Acessório		
Extensor do índex		Acessório		
Extensor do dedo mínimo		Acessório		
Flexor longo do polegar	Acessório			Acessório

(MP = Motor primário)

A partir de agora, veremos a localização, a origem e inserção dos principais músculos que atuam na articulação do punho e da mão, descrevendo a ação dos mesmos.

Flexor radial do carpo

O Flexor radial do carpo está localizado na porção proximal anterior do antebraço, tem sua origem no epicôndilo do úmero e sua inserção na superfície anterior do 2º metacárpico.

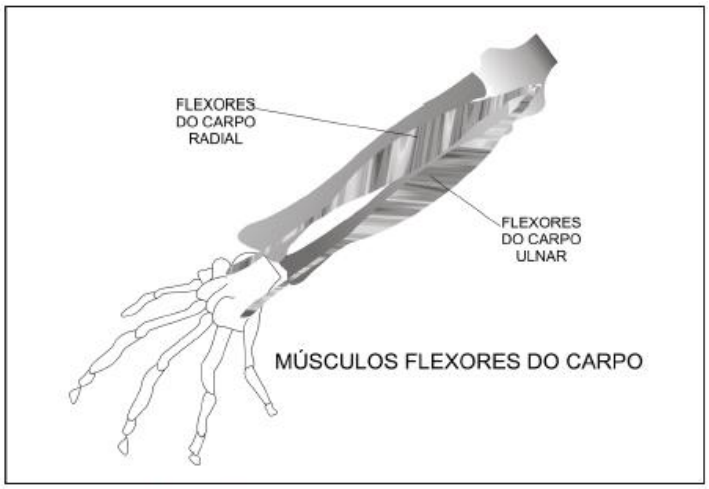


Figura 25 – Músculos flexores do carpo (radial e ulnar)

Como seu próprio nome indica, sua principal ação é flexionar o punho, entretanto, participa também da abdução do mesmo. A Figura 26 mostra vários músculos que atuam no punho e na mão.

Figura 26 – Músculos que atuam no punho e mão

Flexor Ulnar do carpo

O flexor ulnar do carpo está localizado na porção medial do antebraço, tendo sua origem no epicôndilo medial do úmero, sua principal função é flexionar o punho, além de realizar a adução do mesmo.

Extensor radial longo do carpo

Situado atrás do músculo braquiorradial, possui origem na crista supra condilar lateral do úmero e se insere na porção dorsal do 2º metacárpico. Como o próprio nome informa, sua principal função é realizar a extensão do punho, entretanto, participa também da abdução do mesmo.

Extensor ulnar do carpo

Situado na face ulnar do antebraço, apresenta origem no epicôndilo lateral do úmero.

Sua inserção se dá na porção posterior do 5º metacárpico. É por excelência extensor do punho, mas participa também da adução do mesmo.

Principais músculos que atuam na articulação metacarpofalângicas

É importante ressaltar que optamos por destacar apenas os principais músculos que atuam na articulação metacarpofalângicas, uma vez que sob o ponto de vista dos conteúdos básicos da cinesiologia para a Educação Física interessam-nos mais os músculos que são responsáveis pelo movimento locomotor do corpo humano.

Flexor superficial dos dedos

Situado na face anterior do antebraço e abaixo do palmar longo, apresenta origem no epicôndilo medial do úmero e no processo coronoide da ulna. Sua inserção ocorre nos lados proximais das falanges médias dos dedos (exceto polegar). Como o próprio nome informa, sua principal função é realizar a flexão das falanges proximal e distal, além de contribuir na flexão do punho.

Flexor longo do polegar

Músculo presente nos humanos e que não é encontrado em alguns primatas, fato que reforça a tese de que seja fruto do processo evolutivo. Possui sua origem na superfície anterior média do rádio e da membrana interóssea. Sua inserção ocorre na porção anterior proximal da falange distal do polegar. Sua principal ação é a flexão da falange distal, além de flexionar e aduzir o metacarpo e punho.

Oponente do polegar

Tem sua origem no o osso trapézio e no ligamento transverso do carpo e sua inserção está localizada na porção medial e radial do 1º metacárpico.

Realiza movimento de circundução parcial do metacarpo do polegar, chamado por alguns cinesiologistas de oposição. Esse movimento possibilita que a extremidade distal do polegar toque a extremidade distal dos outros quatro dedos da mão.

Extensor dos dedos

Localizado na porção posterior do antebraço com origem no epicôndilo lateral do úmero. Sua inserção está localizada na superfície dorsal da falange proximal e na superfície dorsal proximal da falange média.

Como o próprio nome informa, sua principal função é realizar a extensão da falange proximal, além de auxiliar na extensão do punho.

Movimentos da Coluna Vertebral

A coluna vertebral é composta por 33 vértebras; sendo 7 cervicais (C); 12 torácicas (T); 5 lombares (L) e 5 vértebras estão fundidas formando o sacro e as quatro vértebras inferiores constituem o cóccix.

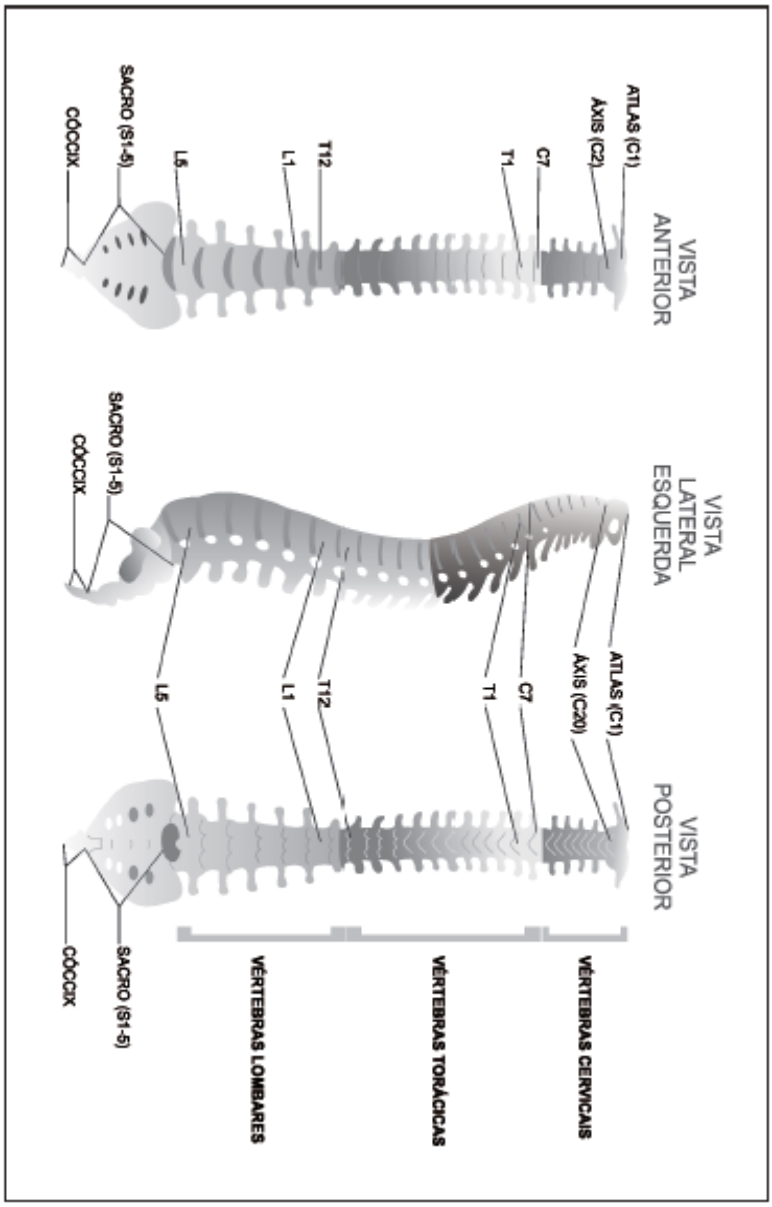


Figura 27 – Coluna vertebral

Acima do sacro, a coluna vertebral é flexível e apresenta diferentes níveis de movimentos possíveis.

A Figura 28, mostra três vértebras, sendo a da esquerda uma cervical, a do centro torácica e a da direita uma lombar.

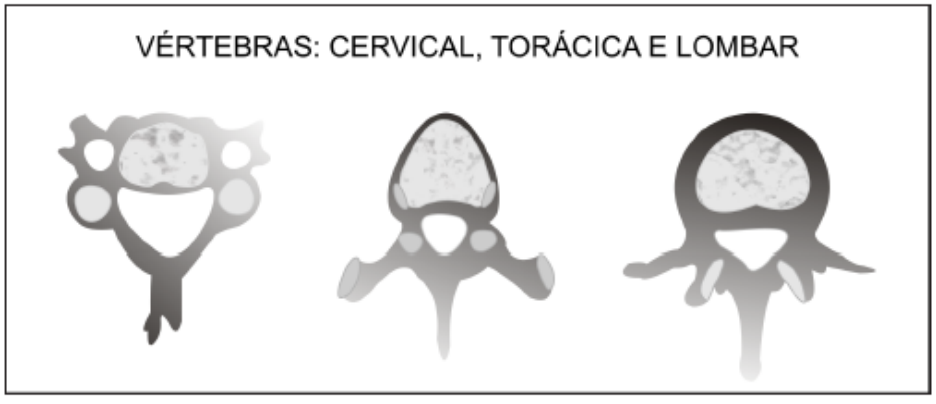


Figura 28 – Vértebras: cervical, torácica e lombar

Podemos observar que as vértebras lombares possuem áreas maiores, tal fato é explicado à medida que um peso maior deve ser sustentado pelas vértebras inferiores, por exemplo, sabemos que por volta de 80% do peso do indivíduo é sustentado pela vértebra L5.

A Figura 29 mostra que entre as vértebras existem os discos intervertebrais que possuem o núcleo pulposo e envolvendo-o, o anel fibroso.

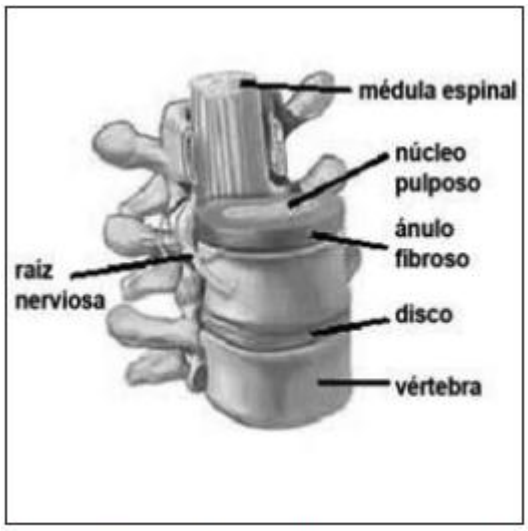


Figura 29 – Vértebras e disco intervertebral

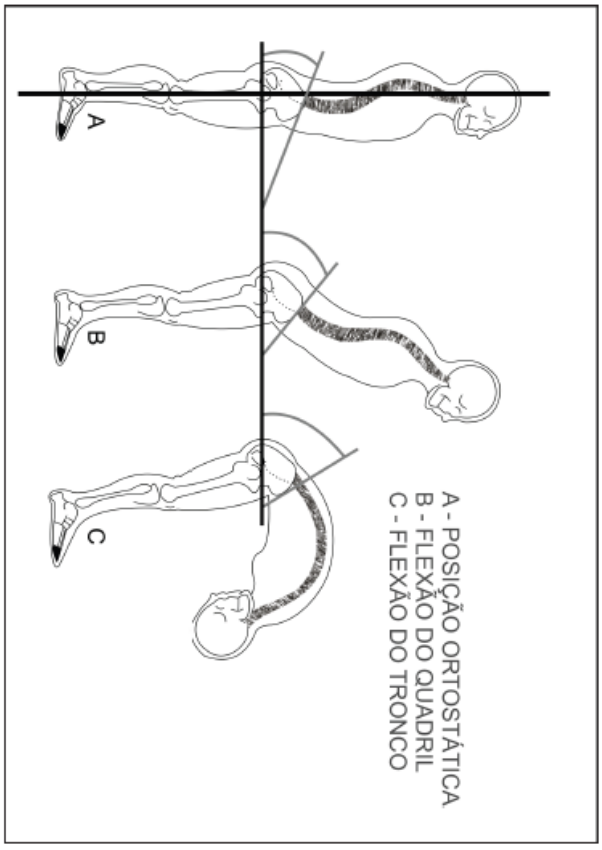


Figura 30 – A – posição ortostática; B- flexão do quadril; C – flexão do tronco

Observe que na Figura 30, a flexão do tronco (C) é resultado da flexão do quadril (B) e da flexão de várias vértebras. A extensão da coluna é o movimento oposto ao de flexão, ou seja, o retorno de uma posição de flexão (de C para B na Figura 30). Quando este movimento continua para trás da posição anatômica (A) o mesmo é denominado de hiperextensão da coluna vertebral.

A rotação no eixo longitudinal é maior nas vértebras torácicas e menor nas lombares, uma vez que os processos articulares destas limitam sua movimentação, usualmente são usados os termos rotação para direita e rotação para esquerda.

À medida que flexionamos o tronco, os discos intervertebrais são comprimidos, principalmente no lado em que a flexão ocorre, isto acarreta um aumento das forças que atuam no anel fibroso e dependendo de sua magnitude e da integridade da estrutura, pode ocorrer a chamada hérnia de disco.

Por isso, é importante que os profissionais de educação física orientem seus alunos, especialmente os idosos, a realizar movimentos com a coluna vertebral cuidadosamente e preferencialmente com velocidade baixa.

Músculos que atuam na coluna vertebral

A maioria dos músculos que atuam na coluna vertebral existem em pares simétricos, mas podem agir separadamente um do outro.

O quadro a seguir mostra os músculos flexores e os extensores da coluna.

Quadro 5 – Músculos flexores e extensores da coluna vertebral

FUNÇÃO	GRUPOS MUSCULARES
FLEXORES	Reto abdominal
	Oblíquo externo
	Oblíquo interno
	Esternocleidomastoideo
	Escalenos
	Reto maior do pescoço
	Reto maior da cabeça
	Reto lateral da cabeça
	Psoas
EXTENSORES	Inter transversais
	Interespinhais
	Rotadores
	Multífido
	Semiespinhal torácico
	Semiespinhal do pescoço
	Semiespinhal da cabeça
	Iliocostal lombar
	Iliocostal cervical
	Longo do tórax
	Longo do pescoço
	Longo da cabeça
	Espinhal do tórax
	Espinhal do pescoço
	Esplênio do pescoço
	Esplênio da cabeça
	Suboccipitais

Um simples olhar no Quadro 5, nos permite compreender aspectos importantes dos músculos que atuam na coluna vertebral. O número de extensores é bem maior que o número de flexores da coluna. Tal fato é consequência de que para fazermos a flexão da coluna, a força de gravidade que atua para baixo ajuda no movimento. Para realizarmos o movimento contrário, temos que vencer a força gravitacional.

Principais músculos responsáveis pela estabilidade da coluna vertebral

A Figura 31 mostra a direção da força exercida pelos músculos que estabilizam anteriormente a coluna vertebral, são eles: reto abdominal, oblíquo externo, oblíquo interno e psoas. A eventualidade do enfraquecimento de um deles pode comprometer a estabilidade da coluna vertebral ocasionando desvios posturais importantes, como hiper lordose, hiper cifose e escoliose.

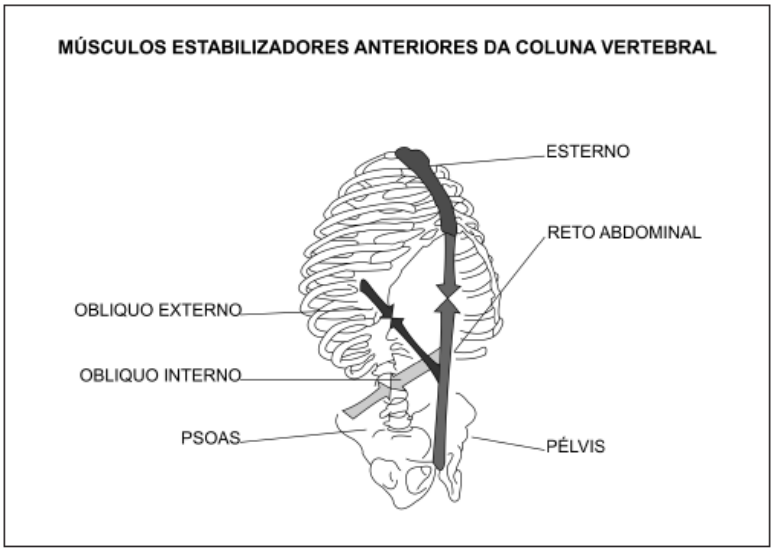


Figura 31 – Músculos estabilizadores anteriores da coluna vertebral

A Figura 32 mostra a coluna vertebral e as forças resultantes exercidas pelos músculos extensores do quadril, abdominais, eretores da espinha e flexores do quadril.

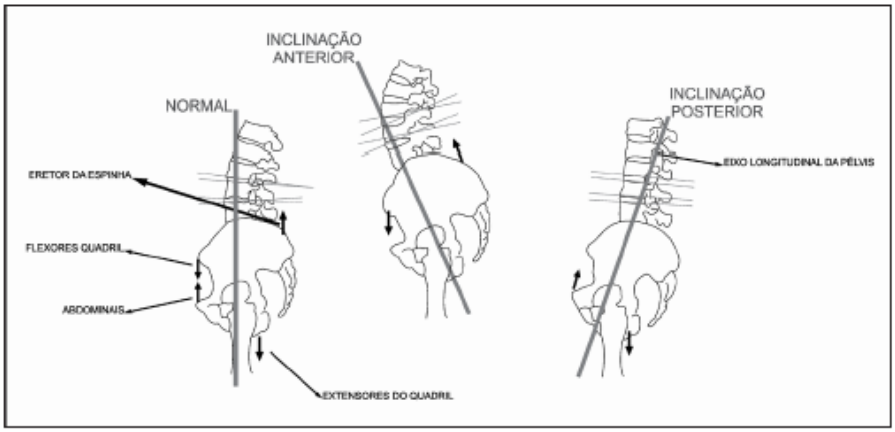


Figura 32 – Desvios da coluna vertebral no plano sagital

Na ilustração da esquerda, temos o alinhamento adequado da coluna vertebral com as forças que atuam sobre o quadril do indivíduo em equilíbrio.

Na ilustração central está representada a inclinação anterior, consequente de uma musculatura abdominal e extensora do quadril enfraquecidas. Este enfraquecimento determina uma rotação do quadril que acentua a curvatura lordótica da coluna, com implicações importantes na postura do mesmo.

Na ilustração da direita está representada a inclinação posterior da coluna vertebral decorrente de musculatura flexora do quadril e eretora da espinha enfraquecidas.

Movimentos da Pélvis, Quadril e Membros Inferiores

A pelve é formada pelos ossos ílio, púbis e ísquio que estão fortemente unidos, inclusive no acetábulo onde a cabeça do fêmur se encaixa formando com a mesma o quadril.

Os movimentos da pelve geralmente acontecem para facilitar a movimentação do tronco ou dos membros inferiores. O quadril realiza os movimentos de flexão, extensão, abdução, adução, rotação e circundução.

O Quadro a seguir, mostra os músculos da articulação do quadril e os respectivos movimentos que eles realizam.

Observando o quadro 6 (anterior), observamos que o quadril possui quatro potentes músculos flexores (MP) e oito músculos que auxiliam na flexão (acessórios), isto é, uma evidência de que este é o movimento mais vigoroso que esta articulação pode desenvolver.

A extensão do quadril é realizada principalmente por quatro motores primários (MPs) e um número bem menor de músculos acessórios quando comparado com a flexão. Tal fato é decorrente de que na maior parte das atividades cotidianas, como por exemplo, caminhar, a extensão do quadril é facilitada pela ação da gravidade.

Outro aspecto se refere à importância do glúteo máximo que é motor primário da extensão, da abdução e da rotação externa do quadril, além de ser acessório na adução do mesmo.

Movimentos do Joelho

Considerada por alguns cinesiologistas como a mais complexa articulação do corpo humano, o joelho une a porção distal do fêmur com as porções proximais da tíbia e fíbula. Sua estrutura articular é composta por meniscos e ligamentos (Figura 36) que conferem à mesma capacidade de suportar forças elevadas, especialmente na corrida veloz e no instante da impulsão para os diferentes tipos de salto. Seus movimentos são realizados através de 12 músculos que estão presentes no quadro 1.

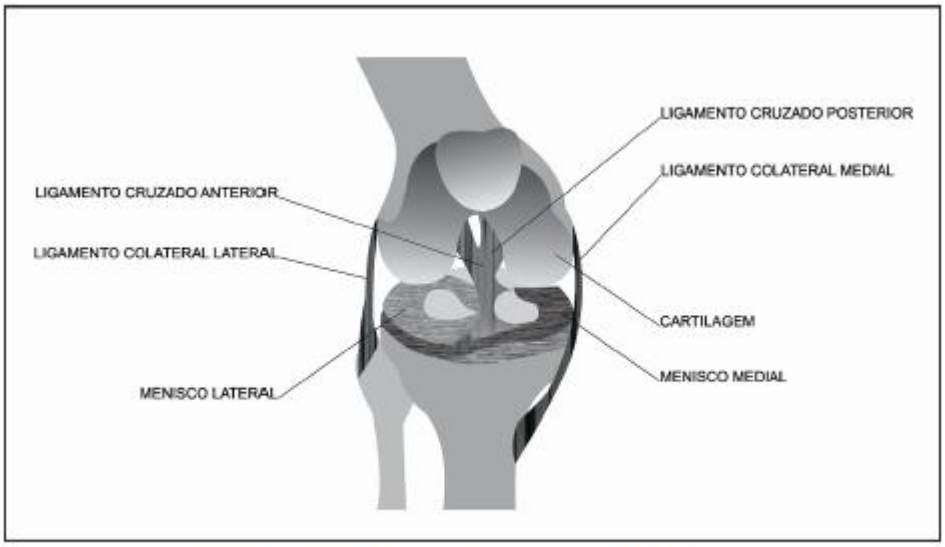


Figura 36 – Joelho com meniscos e ligamentos

Músculos que atuam na articulação do joelho

Podemos identificar três grupos musculares que atuam nesta articulação, são eles:

- Grupo do quadríceps, composto pelo reto femoral, vasto lateral, 1. Vasto medial e vasto intermédio.
- Grupo isquiopopliteo, composto pelo semitendinoso, semimem2. branoso e bíceps femoral.
- Grupo não classificado, composto pelo sartório, poplíteo, plantar, 3. Grácil gastrocnêmio.

O Quadro 7, a seguir, mostra os músculos que atuam na articulação do joelho e suas ações, lembrando que os principais são os motores primários (MP).

Quadro 7 – Músculos que atuam na articulação do joelho e suas ações

Grupos Musculares	Flexão	Extensão	Rotação interna	Rotação externa
Bíceps femoral	MP			
Semitendinoso	MP		MP	
Semimembranoso	MP		MP	
Reto femoral		MP		MP
Vasto medial		MP		
Vasto intermédio		MP		
Vasto lateral		MP		
Grácil	Acessório		Acessório	
Sartório	Acessório		Acessório	
Gastrocnêmio	Acessório			
Plantar	Acessório			
Poplíteo			MP	

(MP = Motor primário)

Observando o quadro anterior constatamos que são sete o número de músculos flexores do joelho ao passo que são quatro extensores do mesmo. Isto confirma que o corpo humano precisa de mais flexores que extensores para realizar as atividades cotidianas, por exemplo, em uma corrida, durante a flexão é necessário vencer a força da gravidade; a extensão por sua vez é facilitada pela ação gravitacional.

Músculos biarticulares que atuam no quadril e joelho

Como o próprio nome já diz, músculos biarticulares são aqueles que passam por duas articulações. No joelho, constituem a maioria dos músculos e aumentam a eficiência do movimento realizado através da transferência de energia.

Outro aspecto importante dos músculos biarticulares é o Paradoxo de Lombard; nele o torque na articulação está na direção oposta ao causado pelo músculo.

É de fácil observação, por exemplo, quando você se levanta de uma cadeira ocorre a contração do quadríceps na extensão do joelho e a contração dos isquiotibiais na extensão do quadril.

O torque extensor do quadril gerado pelos isquiotibiais é maior que o torque flexor do quadril gerado pelo reto femoral. Ao mesmo tempo, o torque extensor do joelho gerado pelo quadríceps é maior que o torque flexor do joelho gerado pelos isquiotibiais.

Movimentos do Tornozelo e Pé

O pé é formado por 26 ossos que se unem através de 33 articulações (Figura 38). Sua arquitetura óssea apresenta na parte inferior, curvaturas em forma de arco no sentido longitudinal e transversal, tais curvaturas (especialmente o eixo longitudinal) são importantes para distribuir o peso corporal adequadamente quando o indivíduo está em pé, em repouso ou em movimento.

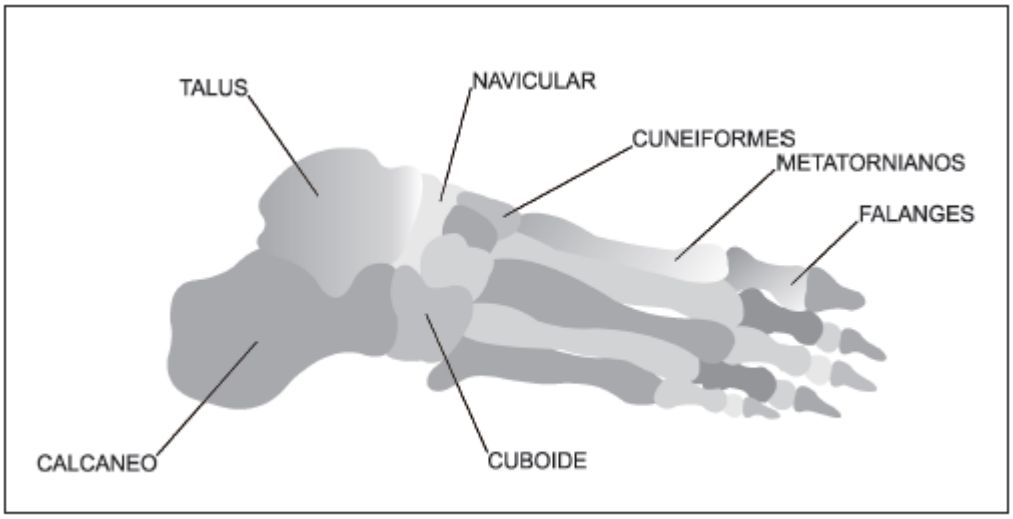


Figura 38 – Ossos do pé

O complexo articular do tornozelo e do pé é formado por cinco estruturas articulares, são elas:

1. **Articulação do tornozelo (ou Talocrural)** – articulação do tipo dobradiça que faz a conexão da tíbia e fíbula com o talus. Vários ligamentos conectam fortemente estes ossos entre si, destes os mais importantes são os ligamentos tibio-fibulares e talo-fibulares (anteriores e posteriores), ligamento transverso e ligamento deltoide.
2. **Articulações interfásicas** – conectam os ossos do tarso que deslizam entre si.
3. **Articulações tarsometatársicas** – conectam os ossos do tarso com as extremidades proximais dos cinco ossos metatársicos, também realizam movimentos de deslize entre si.
4. **Articulações metatarsofalângicas** – conectam as extremidades distais metatarsianas e as falanges proximais. Realizam flexão e extensão, abdução e adução.
5. **Articulações Inter falângicas** – conectam as falanges e realizam a flexão e extensão das falanges.

Por motivos práticos, usualmente, os movimentos do tornozelo e pé são descritos conjuntamente, a dorsiflexão, a flexão plantar, a eversão e a inversão. Estes não são movimentos únicos, mas sim a somatória de vários movimentos articulares que acontecem no complexo articular.

Principais músculos do tornozelo e do pé e suas ações

O quadro 8 mostra os principais músculos do tornozelo e do pé e suas ações, lembrando que os motores primários são os mais importantes e os acessórios (Acess.) auxiliam no movimento

Abordagens sobre as Alavancas

As alavancas são máquinas simples que remontam sua invenção a mais tenra antiguidade e que possuem por finalidades a multiplicação da força e o aumento do conforto de quem as utiliza. Essas finalidades são denominadas por Vantagem Mecânica das Alavancas.

Podemos conceituar a alavanca como um peça ou barra rígida, a qual gira em torno de um ponto de apoio. No caso do corpo humano, a citada peça ou barra rígida é representada pelos ossos.

De uma forma geral, todo movimento humano é consequência da geração de força por músculos que estão inseridos em ossos movimentados por articulações, constituindo as alavancas anatômicas ou bioalavancas.

Elementos de uma Alavanca

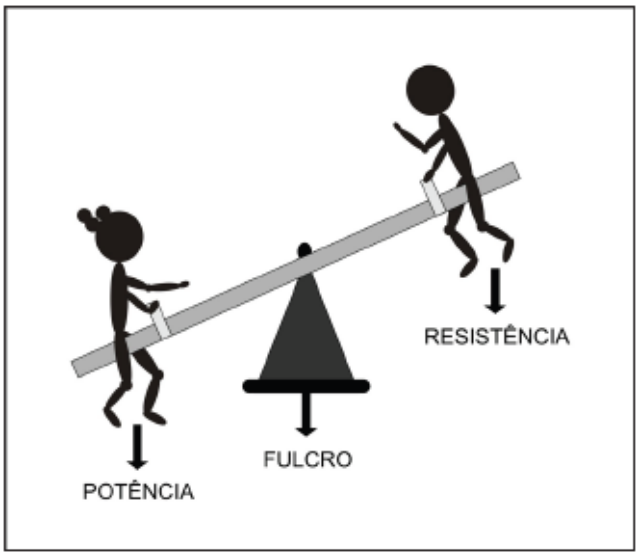
Toda alavanca é constituída por três elementos que atuam na execução de um movimento ou mesmo na manutençao de um estado de equilíbrio. Tais elementos são denominados por Ponto de Apoio ou Fulcro, Força Motriz ou Potência e Resistência, sobre os quais especificamos a seguir:

Fulcro ou Ponto de Apoio (A): No corpo humano, este elemento corresponde as articulações, ao redor das quais giram os segmentos corporais.

Força Motriz ou Potência (F ou P): Corresponde ao esforço executado pelos músculos que através da contração são fundamentais para execução de um movimento (trabalho motor). A distância da Força Motriz ou Potência até o Ponto de Apoio é denominado por Braço da Potência.

Resistência (R): Representada pela carga a ser movimentada pela alavanca, podendo corresponder no movimento humano aos segmentos corporais, objetos desportivos como bolas, pesos, discos, dardos ou ainda a resistência de elementos como a água (trabalho resistente).

Todos esses elementos podem ser combinados, dependendo do gesto desportivo. A distância da Resistência até o Ponto de Apoio é denominado por Braço da Resistência.



Tipos de Alavancas

Dependendo da sua função ou movimento executado, as alavancas são divididas em 3 classes, conforme a seguir:

Alavancas de Primeira Classe ou Interfixas (PAR)

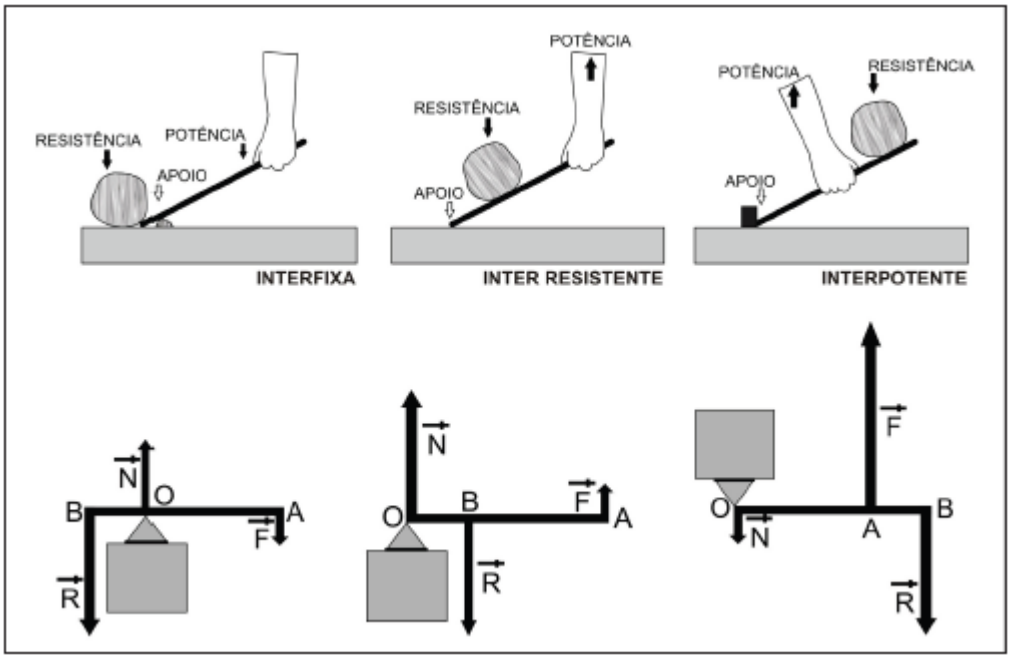
São caracterizadas pelo fato do fulcro (ponto de apoio) estar localizado entre a força motriz (potência) e a resistência. No corpo humano, tais alavancas podem ser exemplificadas pela movimentação dos músculos agonistas e antagonistas nas direções opostas em relação a uma articulação.

Alavancas de Segunda Classe ou Interresistentes (PRA)

São caracterizadas pelo fato da resistência estar localizada entre o fulcro (ponto de apoio) e a força motriz (potência). No corpo humano, são bastante raros os movimentos contemplados por essa alavanca.

Alavancas de Terceira Classe ou Interpotentes (APR)

São caracterizadas pelo fato da força motriz (potência) estar localizada entre o fulcro (ponto de apoio) e a resistência. No corpo humano esta alavanca atua na realização de muitos dos movimentos.

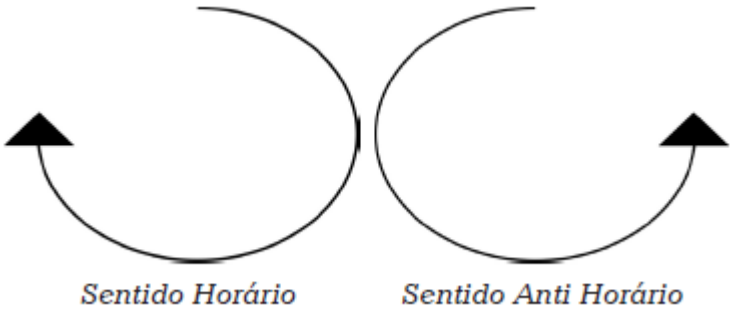


Momento de Alavanca ou Torque Mecânico (M)

Responsável por grande parte dos movimentos de flexão e extensão dos segmentos corporais ao redor das articulações (movimentos de rotação), o momento de alavanca ou torque mecânico é resultado da multiplicação entre a força motriz ou potência (F) pela distância da aplicação (d) desta força até a articulação envolvida no movimento, conforme segue:

$$M = F \cdot d$$

A partir de um ponto de referência visual pré-estabelecido, o sentido do movimento executado pelo segmento corporal pode ser semelhante ao ponteiro de um relógio (sentido horário) ou contrário ao ponteiro de um relógio (sentido anti-horário).



Os sentidos horário e anti-horário, além de poder serem associados aos ponteiros de um relógio, também podem ser relacionados com a ilustração a seguir, representando o movimento do corpo humano.

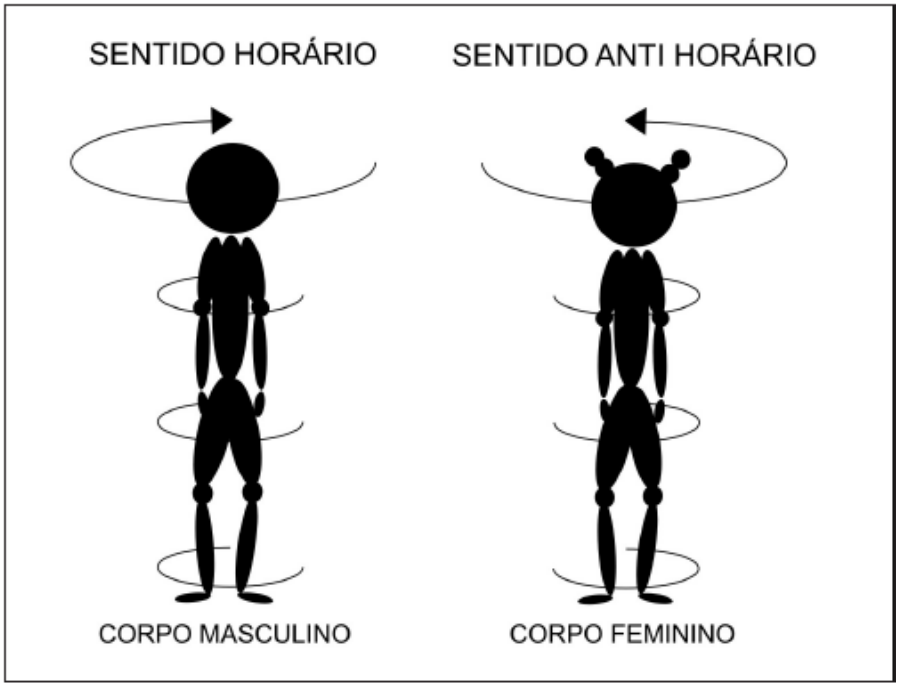


Figura 1 – Eixos, Termos, Classificação e Movimentos Anatômicos Específicos

Vantagem Mecânica (Vm)

Pode ser definida como a razão (divisão) entre entre o braço da força motriz ou potência (Bf) e o braço da resistência (Br), podendo ser utilizada a relação a seguir:

$$Vm = Bf / Br$$

Pelo fato dos braços serem medidos na mesma unidade (normalmente centímetros ou metros), a vantagem mecânica é uma grandeza física sem unidade (grandeza adimensional), sendo medida apenas por números.

A terminologia vantagem mecânica é utilizada para os casos em que o braço da força motriz ou potência (Bf) é maior que o braço da resistência (Br), resultando em um valor maior que 1 ($Vm > 1$).

Para os casos em que o braço da força motriz ou potência (Bf) é menor que o braço da resistência (Br) a terminologia utilizada é Desvantagem Mecânica, resultando em um valor menor que 1 ($Vm < 1$). Em tais alavancas é preciso usar uma grande potência ou força motriz para vencer uma pequena resistência. Nessas situações a “perda em força" é compensada em deslocamentos e, consequentemente, em velocidades No caso dos braços da força motriz ou potência (Bf) e o braço da resistência (Br) tiverem o mesmo tamanho a vantagem mecânica será igual a 1.

Bioalavancas e Massas Segmentares

Na execução dos movimentos do corpo humano, as bioalavancas se utilizam das estruturas ósseas, musculares e articulares para a execução dos mesmos. No caso da execução de movimentos sem a existência de sobrecargas (bolas, massas, halteres ou materiais similares), as bioalavancas servem-se para movimentar as massas segmentares do corpo humano.

Para efeitos de divisão cinesiológica do corpo humano, o mesmo se divide em 8 segmentos, sendo 2 segmentos únicos (Cabeça e Tronco) e 6 segmentos duplos (Braço, Antebraço, Mão, Coxa, Perna e Pé).

Massas Segmentares

Na determinação da massa corporal a ser movimentada por uma bioalavanca, será necessário a determinação da massa dos segmentos corporais a serem deslocados. O quadro 9, a seguir, demonstra a massa percentual de cada segmento do corpo humano em relação a massa corporal total.

Quadro 9 – Massa dos Segmentos Corporais

Segmentos Corporais	Valor Percentual em relação ao total
01) Cabeça	7,3 %
02) Tronco	50,7 %
03) Braço	2,6 %
04) Antebraço	1,6 %
05) Mão	0,7 %
06) Coxa	10,3 %
07) Perna	4,3 %
08) Pé	1,5 %
TOTAL	100 %

Na utilização do quadro anterior e por ocasião das determinações matemáticas necessárias, os arredondamentos foram realizados com base em um casa decimal após a vírgula e os valores percentuais são para um único segmento, ou seja, para dois braços, por exemplo, considerar 2,6 % + 2,6 % igual a 5,2 %.

Considerando a determinação das massas segmentares de um indivíduo de 75 kg, devemos proceder para determinação dos segmentos corporais da forma conforme segue:

Cabeça.....75 kg x 7,3 / 100 = 5,5 kg

Tronco.....75 kg x 50,7 / 100 = 38 kg

Braço.....75 kg x 2,6 / 100 = 1,9 kg (ou dois segmentos...3,8 kg)

Antebraço.....75 kg x 1,6 / 100 = 1,2 kg (ou dois segmentos...2,4 kg)

Mão.....75 kg x 0,7 / 100 = 0,5 kg (ou dois segmentos...1 kg)

Coxa.....75 kg x 10,3 / 100 = 7,7 kg (ou dois segmentos...15,4 kg)

Perna.....75 kg x 4,3 / 100 = 3,2 kg (ou dois segmentos...6,4 kg)

Pé.....75 kg x 1,5 / 100 = 1,1 kg (ou dois segmentos...2,2 kg)

A partir da determinação das massas segmentares anteriormente visto, podemos estabelecer o valor da massa a ser deslocada na execução de uma bioalavanca em movimentos realizados pelo corpo humano.

Aplicando a Cinesiologia

A análise e a avaliação do desempenho humano é o aspecto fundamental da Cinesiologia. Ela permite ao estudante desenvolver e testar novas teorias, e, ao profissional que atua na prática, selecionar ou desenhar movimentos efetivos e condições ambientais afins, com o objetivo de estabelecer critérios específicos de desempenho. Os profissionais (educadores físicos, fisioterapeutas, médicos) que se valem dos aspectos da Análise Cinesiológica necessitam de um conhecimento amplo das técnicas analíticas, como um aspecto fundamental para estabelecer decisões profissionais específicas.

Ao estudar este capítulo, procure exercitar e realizar alguns movimentos e situações apontadas. Inicie em você mesmo, percebendo si próprio como um todo, em seguida, inicie a realização de gestos de seu cotidiano e, depois, inicie os gestos desportivos. Verifique de que forma eles são realizados e, passo a passo, tente descrevê-los e, na sequência, passe a analisá-los seguindo os roteiros e etapas que são apresentadas.

> “(...) o animal que se move faz sua mudança de posição pressionando o que está debaixo dele. Por esta razão, atletas saltam a uma maior distância, se carregam pesos nas mãos, do que se não os carregassem, e corredores são mais velozes se balançarem os braços, porque na extensão dos braços existe uma espécie de apoio sobre as mãos e os punhos” (ARISTÓTELES 384 – 322 a.C.)

Abordagens sobre Análise Cinesiológica

A Análise Cinesiológica pode ser empregada de duas formas\ distinta: dedutiva ou indutiva.

A Análise Cinesiológica Dedutiva inicia com um movimento humano específico ou uma situação de desempenho, identifica suas características e, finalmente, avalia esse movimento em relação ao critério escolhido.

Podemos apresentar um exemplo ao referenciar uma situação onde o educador físico, o fisioterapeuta e o médico podem analisar um gesto desportivo ou um exercício físico e avaliá-los, com respeito à reabilitação ortopédica, correção da postura, desenvolvimento da potência, desenvolvimento da aptidão física e possibilidades de traumatismo.

Da mesma maneira, podem estes profissionais (educador físico, fisioterapeuta ou médico) vir a avaliar uma composição corporal, um simples movimento articular, todo um regime ocupacional ou um dispositivo para a realização de exercício citado como “mágico”.

A Análise Cinesiológica Dedutiva, sob a característica estrutural e funcional, poderá permitir uma resposta à questão que remete ao fato de “como é este ou aquele movimento realizado e quais seus efeitos sobre o organismo?”. Este mesmo tipo de análise sob a característica mecânica responderá à pergunta “como é, exatamente, este movimento realizado mecanicamente (no alto rendimento ou por iniciantes, etc.)?”.

A Análise Cinesiológica Indutiva inicia com um desempenho desejado como, por exemplo, uma boa postura, um aumento de potência, a conservação do gasto de energia, a capacidade para manusear um equipamento técnico ou desportivo, desde que ocorra uma situação onde haja critérios de desempenho por objetivos.

A sequência lógica seria de impor ao analista a estruturação de algum exercício, gesto desportivo ou outra situação que irá demandar certo desempenho, assim, haverá uma função de analisar e avaliar os meios propostos para realização da tarefa no intento de conseguir detectar a melhor forma e o principal objetivo que o levou à eficácia da ação, assim como uma estruturação de critérios e suas respostas oportunizadas.

A Análise Cinesiológica Indutiva deve ser realizada na intenção de responder questões de “como podem ser organizados e respondidos os objetivos específicos de cada etapa realizada?” Esses objetivos podem atingir uma complexidade maior conforme o momento em que são trabalhados, assim como, a sua inserção nas diversas áreas acompanhados na mesma proporção. Exemplificando esta situação, podemos ponderar que um técnico desportivo poderá questionar “o que é preciso fazer para que o bloqueador alcance seu maior desempenho no salto vertical milésimos de segundos antes que o atacante da equipe contrária golpeie a bola?”, ou ainda um médico ou fisioterapeuta podem, com frequência, perguntar especificamente “o que é possível para este paciente?”

As análises indutivas são resolvidas com uma maior facilidade à medida que se varia o ambiente ou a tarefa do que quando se modifica as qualidades de desempenho do atleta, como é o caso da análise cinesiológica dedutiva. Tanto a Análise Cinesiológica Dedutiva como a Indutiva requerem:

1. Um conhecimento apurado dos princípios e fatores cinesiológicos.
2. A consideração de cada pessoa, de um modo individual, e as circunstâncias envolvidas no caso;
3. Um alcance profissional e teórico criativo.

Formas para a Análise Cinesiológica

Seria utópico pensar que haverá uma forma universalmente apropriada para o procedimento analítico. Muitos pesquisadores irão utilizar uma forma

muita mais avançada e detalhada do que qualquer outra forma que tenha sido aqui apresentada. A situação da prática do cotidiano devido aos seus constantes experimentos, faz com que alguns autores possam expor, de maneira ampliada, sobre os formatos e procedimentos que outrora foram escritos e agora, são muito bem detalhados.

Passaremos agora a abordar algumas das fases de análises cinesiológicas com um respaldo mais amparado na análise dedutiva, pois é sabido que a análise indutiva segue procedimentos similares a esta primeira, porém, há que ressaltar a introdução de um postulado mais criativo e imaginativo.

Fases da Análise Dedutiva para a Cinesiologia Estrutural e Funcional

A análise dedutiva compreende três fases principais de procedimento:

1. O movimento a ser analisado deve ser descrito e (quando necessário) dividido em partes ou fases;
2. Cada fase do movimento deve ser submetida à análise da ação. Da articulação e do músculo;
3. O movimento deve ser avaliado, submetendo os fatos analíticos. A critérios pré-selecionados.

Cada uma destas fases principais compreendem procedimentos subsidiários, porém, nem todos eles são pertinentes a cada problema levantado.

Fase I – Descrição e Subdivisão do Movimento:

Em primeiro lugar, é conveniente dar ao movimento selecionado um nome descritivo, embora alguns nomes isolados possam ser ambíguos. Em segundo lugar, o movimento pode ser descrito através de imagens (imagens de fotografias, por exemplo) sucessivas ou, pelo menos, através de desenhos esquemáticos.

Em terceiro lugar, o registro com equipamentos (eletro goniômetro, por exemplo) permite uma descrição precisa de ações articulares. Em quarto lugar, registros eletromiográficos ou qualquer outro meio de avaliação muscular (até mesmo a palpação) torna-se muito útil neste momento. Em quinto lugar, a sequência de todo o movimento deverá ser subdividida em várias partes ou fases, sem que se esqueça de designar o ponto e a posição de partida. Aqui, cada fase deverá apresentar detalhamento das ações musculares e articulares.

Em sexto lugar, cada fase do exercício pode ser descrita verbalmente, porém, deve-se usar e compreender bem a linguagem anatômica.

Detalhe: aqui, sempre que possível, deve-se proceder com a descrição verbal da ação realizada ou a ser realizada, para depois proceder com o registro fotográfico. A clareza e a exatidão são excelentes critérios nas descrições dos exercícios.

Fase II – Análise da Ação Articular e Muscular:

Literalmente, esta é a fase mais analítica, uma vez que para cada fase do movimento, é identificada a ação de cada articulação, juntamente com a maior quantidade possível de dados que venham subsidiar a análise. Aqui, em função do volume exagerado que possa ser envolvido no procedimento, há a eminente necessidade de abreviações e siglas.

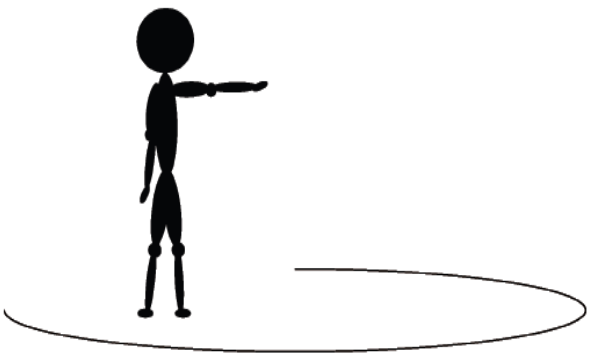
Fase III – Sumário e Avaliação do Movimento:

O sumário e a avaliação permitem compreender o significado e as implicações da análise. Há ainda a possibilidade real de que o conteúdo exato poderá variar, de acordo com os critérios específicos com os quais foi avaliado o movimento, juntamente com os detalhes e peculiaridades de cada indivíduo e da situação em que se está envolvido no momento.

Devido ao fato de se utilizar a prerrogativa de julgamento pessoal, há que se ressaltar que este julgamento não estará fora de discussão ou questionamentos e que a sua validade dependerá da exatidão dos dados coletados na Fase II.

Análises das Ações Articulares e Musculares

Informação preliminar: Presumivelmente, o movimento submetido à análise foi descrito de forma precisa e decomposto em seus componentes na Fase I. Algumas fases (como, por exemplo, a preliminar e a terminal) podem ser irrelevantes para o problema central e, por isso, podem ser omitidas. Além disso, algumas articulações do corpo podem ser irrelevantes (ex.: quando o interesse da análise está no efeito da ação dos braços no bloqueio do voleibol sobre a postura da coluna vertebral e da cintura escapular, a análise da ação da articulação do tornozelo pode ser omitida).

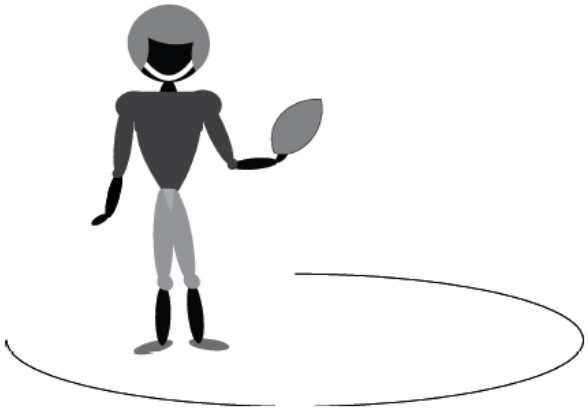


Terminologia das ações articulares: Deve ser sempre empregada uma nomenclatura cinesiológica padrão. A “elevação do braço” tem diferentes conotações dependendo da posição do corpo, mas a “flexão da articulação do ombro” tem um significado preciso, independentemente da posição corporal.

Ação articular observada: sobre os apontamentos analíticos, deve ser registrada a parte correspondente às “ações articulares” observadas, valendo-se de uma inspeção precisa do movimento. Isto não indica qual o grupo muscular ativo, caso exista algum, pois quando as forças externas (como a gravidade) produzirem ações articulares, o movimento pode estar aumentando através da contração concêntrica dos “motores” desta ação articular, ou pode ser bloqueado pela contração excêntrica de antagonistas, ou ainda consistir de uma pura queda sem nenhuma contração muscular. Ordinariamente, já se conhecerá o suficiente sobre as ações observadas, o que irá induzir a uma dedução dos resultados seguintes.

Tendência da ação articular por forças externas: O registro, nessa etapa, será determinado pela notificação da existência e direção das forças externas. O peso de um segmento corporal, juntamente com o peso de qualquer objeto ou equipamento externo superposto ou suspenso, iniciará um torque gravitacional dirigido para o centro da Terra.

Quando o corpo de um atleta se move e colide com um objeto ou equipamento externo (futebol americano, futebol, lutas, saltos) tem que ser lembrado que o objeto, contra o qual se choca, transmite uma força igual em magnitude e em direção oposta à força aplicada pelo corpo do atleta, contra este mesmo objeto ou equipamento.



Grupo muscular ativo: Por “grupo muscular” pretende-se dar significado aos músculos que, coletivamente, são os motores primários e acessórios para determinada ação articular. Os flexores do cotovelo, por exemplo, são como um grupo, porém, sem que sejam especificados os músculos separadamente.

Tipos de contração: Para o cinesiologista, o termo contração refere-se ao desenvolvimento de tensão dentro de um músculo. Isto não implica, necessariamente, no encurtamento visível do mesmo.

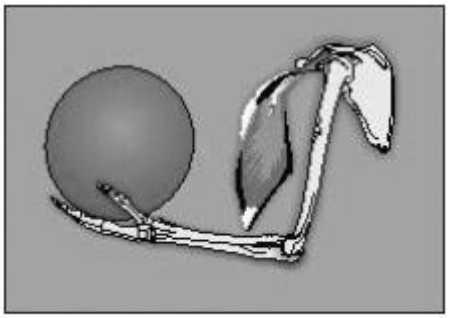


Figura 1 – Contração Isométrica

As possibilidades de contração são:

Contração isométrica (I) – dá-se quando

um músculo desenvolve uma tensão que é suficiente para mover uma parte do corpo para uma dada resistência;

Contração concêntrica (C) – dá-se quando um músculo desenvolve tensão suficiente para superar uma resistência, de modo que se encurte visivelmente e mova uma parte do corpo vencendo uma determinada resistência. Ex:- o bíceps braquial se contrai concentricamente quando realizamos uma flexão de cotovelo a 90 graus. Neste caso, a resistência é o peso do antebraço e a fonte de resistência é a força da gravidade.

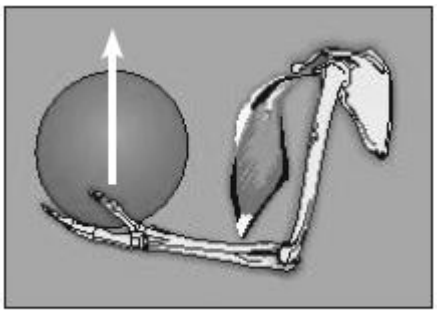


Figura 2 – Contração Concêntrica

Contração excêntrica – ocorre quando uma dada resistência é maior que a tensão do músculo, de maneira que este, na verdade, se aumente. Embora desenvolvendo tensão (contraindo-se), o músculo é superado pela resistência. Ex:- quando um jogador de voleibol realiza a preparação para o salto no bloqueio, em todos os momentos que antecedem o salto há uma contração excêntrica dos músculos dos membros inferiores.

Neste caso, a contração muscular não é essencial.

OBS - as contrações concêntricas e excêntricas são denominadas de isotônicas.

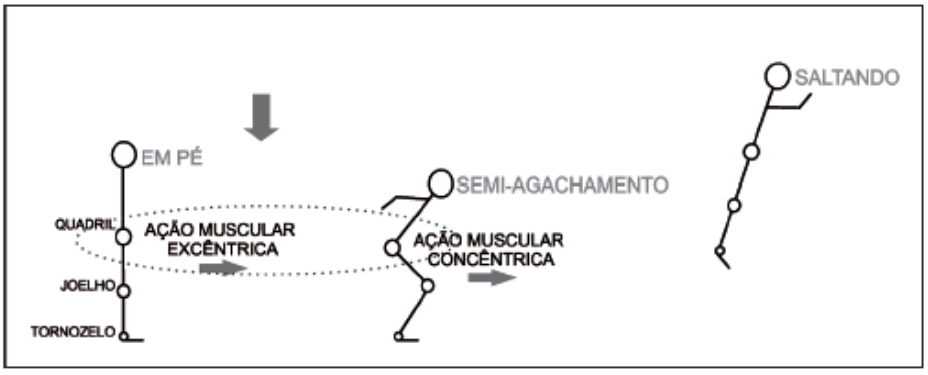


Figura 3 – Contração Excêntrica

Contração estática (ET) – ocorre quando o músculo desenvolve tensão sem sofrer encurtamento, ou seja, o músculo desenvolve tensão, mas não há alteração em seu comprimento externo ou no ângulo da articulação em que age. Ex:- ao se carregar um peso de um para outro local, os músculos estão sobre tensão, mas estão estáticos.

Figura 4 – Contração Estática

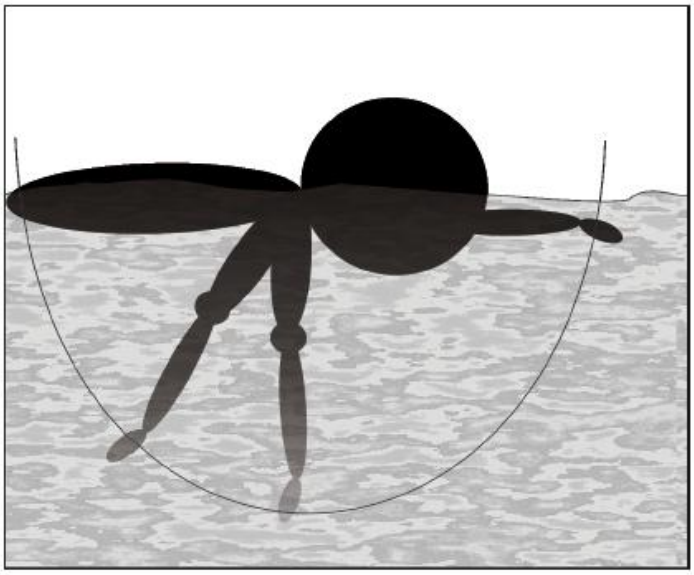
Relaxamento (R) – ocorre com a distensão da musculatura que acontece naturalmente após uma contração muscular.

Figura 5 – Relaxamento

Tipos de movimento corporal

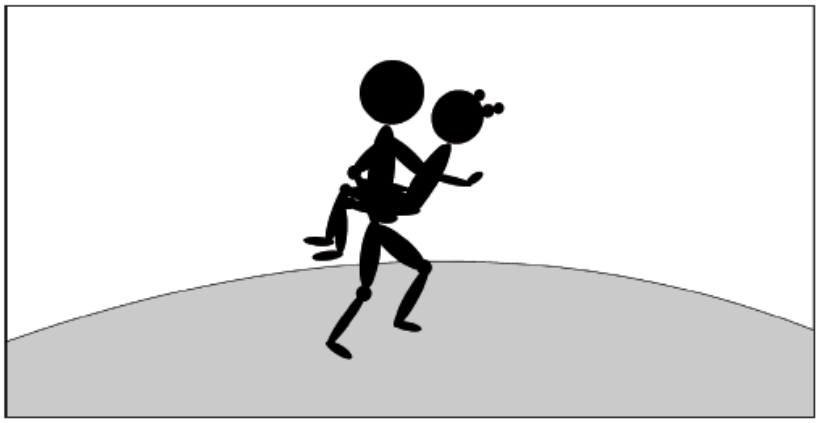
A determinação é feita pela observação, pelas sensações subjetivas durante o desempenho de uma atividade ou gesto motor, desportivo ou não desportivo. Os movimentos corporais podem ser assim expressos:

Movimento de força contínua – os movimentos de força contínua podem ser rápidos ou lentos, potentes ou débeis. A força contínua é aplicada contra uma resistência, contraindo os músculos motores. Ex:- a fase de propulsão num movimento de braçada na natação, o impulso dado por uma das pernas (de arranque) na saída de um bloco de partida do atletismo, a sustentação de uma extensão do corpo num movimento do balé.



Movimento passivo – qualquer movimento do corpo, embora obrigado, que ocorra sem uma contração muscular contínua, pode ser classificado como passivo e pode identificar-se em 3 subdivisões principais:

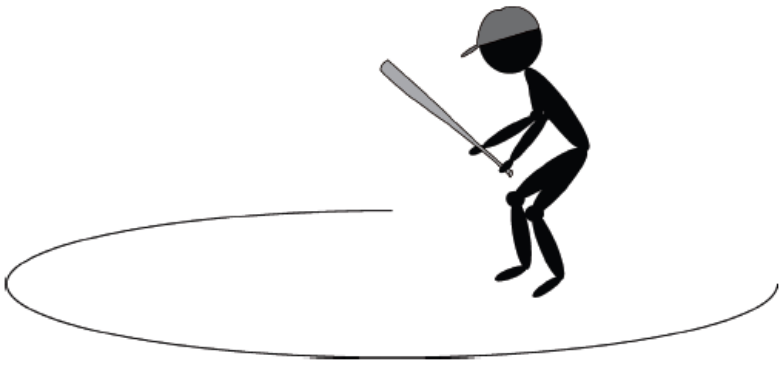
Movimento passivo de manipulação - a origem da força para a manipulação é outra pessoa ou outra força exterior distinta da gravidade. Ex:- a elevação ou a oscilação durante o relaxamento, por um (a) companheiro (a) na dança de balé ou na patinação.



Movimento de inércia - é uma continuidade de um movimento preestabelecido, sem uma contração muscular concorrente. Este movimento compreende influência da fricção, resistência do ar, viscosidade dos tecidos, tensão residual nos ligamentos e músculos distendidos. Ex:- a fase de deslizamento da braçada de peito na natação; movimento contínuo do corpo na parada de um skatista.

Movimento gravitacional ou queda - na realidade, este é um caso especial de movimento manipulativo, ao qual se atribui uma consideração particular, porque ele é o resultado de uma força de aceleração constante (em direção e magnitude) em todas as situações terrestres práticas. Ex:- queda livre após a transposição do sarrafo no salto com vara ou salto em altura; movimentos de todo o corpo numa sessão de ginástica de solo.

Movimento balístico – é um movimento composto por fases, onde a primeira fase é a de um movimento de força contínua, com as partes do corpo aceleradas pela contração concêntrica de músculos agonistas e antagonistas. A segunda fase é um movimento de inércia, sem contração muscular. A fase final é uma desaceleração resultante da contração excêntrica dos antagonistas. As três fases se superpõe somente nos estágios da transição, onde um tipo de movimento se confunde, imperceptivelmente. Ex:- movimentos sucessivos



de golpes para devolução de uma bola no tênis de campo ou baseball.

Movimento dirigido – quando se requer uma grande exatidão, mas sem a necessidade de força ou velocidade, são ativos, para o movimento, os músculos antagonistas assim como os motores principais. Na tentativa de segurar um equipamento desportivo com a maior firmeza possível, contraem-se, conjuntamente, em ambos os membros, um par de grupos musculares antagonistas. Um equilíbrio exato entre estes segmentos é de difícil execução e, quando surgem erros, como a dominância alternada dos pares musculares antagonistas, surge o tremor, ao passo que a ausência desses erros traduz-se em firmeza. Ex:- escrever; inserir a linha no orifício da agulha.

Movimento equilibrado dinâmico – os fusos musculares detectam os desvios da posição de equilíbrio desejada e iniciam um sistema de autocontrole para realizar as correções. O resultado é uma série de oscilações irregulares, precisamente mediada pela contração reflexa de grupos musculares apropriados, a fim de manter-se o equilíbrio. Ex:- o movimento realizado pelo goleiro no momento de segurar uma bola chutada diretamente em sua direção.

Movimento oscilatório – o movimento se insere rapidamente no final de cada excursão curta, com uma co-contração dos grupos musculares antagonistas que se alternam na dominância. Ex:- movimentos de punho de um esgrimista ao segurar e manipular o equipamento (florete).